

CARRERA CLIMÁTICA CONTRARRELOJ



**Cambio climático y eventos
meteorológicos extremos en España**

1950

2000

2022

GREENPEACE

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| Glosario | 5 |
| 1.0 Introducción | 8 |
| 1.1 Tendencias del pasado y situación actual | 10 |
| 1.1.1 A nivel terrestre | 12 |
| 1.1.2 A nivel marino | 12 |
| 1.2 Proyecciones climáticas | 12 |
| 1.2.1 Temperaturas | 12 |
| 1.2.2 Precipitaciones (lluvia, nieve, granizo) | 12 |
| 1.2.3 Estado del mar | 13 |
| 2.0 Resumen de las conclusiones del IPCC | 16 |
| 3.0 Impacto del cambio climático futuro y de los eventos meteorológicos extremos en la sociedad española | 22 |
| 3.1. La supervivencia humana en un futuro caluroso y húmedo | 23 |
| 3.1.1 El estrés térmico | 23 |
| 3.2 Los entornos urbanos y el cambio climático | 24 |
| 3.2.1 El efecto isla de calor: el caso de estudio de Barcelona | 26 |
| 3.3 La sequía | 27 |
| 3.4 Seguridad agrícola, alimentaria e hídrica | 27 |
| 3.5 Amenazas a la biodiversidad | 30 |
| 3.5.1 El caso de los humedales de Doñana | 30 |
| 3.6 Los incendios forestales | 32 |
| 4.0 Las islas Canarias | 34 |
| 5.0 Infografía | 36 |
| 6.0 Conclusiones | 37 |
| Demandas y recomendaciones de Greenpeace España | 39 |
| Demandas de mitigación del cambio climático | 40 |
| Demandas de adaptación al cambio climático | 40 |
| Demandas para limitar las consecuencias del aumento de temperaturas y las olas de calor | 40 |
| Demandas para paliar sequía | 41 |
| Demandas sobre la prevención de incendios forestales | 41 |
| Demandas ante la intensidad de lluvias torrenciales e inundaciones | 41 |
| Demandas ante el incremento de las olas de calor marinas | 41 |
| Referencias bibliográficas | 43 |
| Agradecimientos | 45 |
| Cita sugerida | 45 |



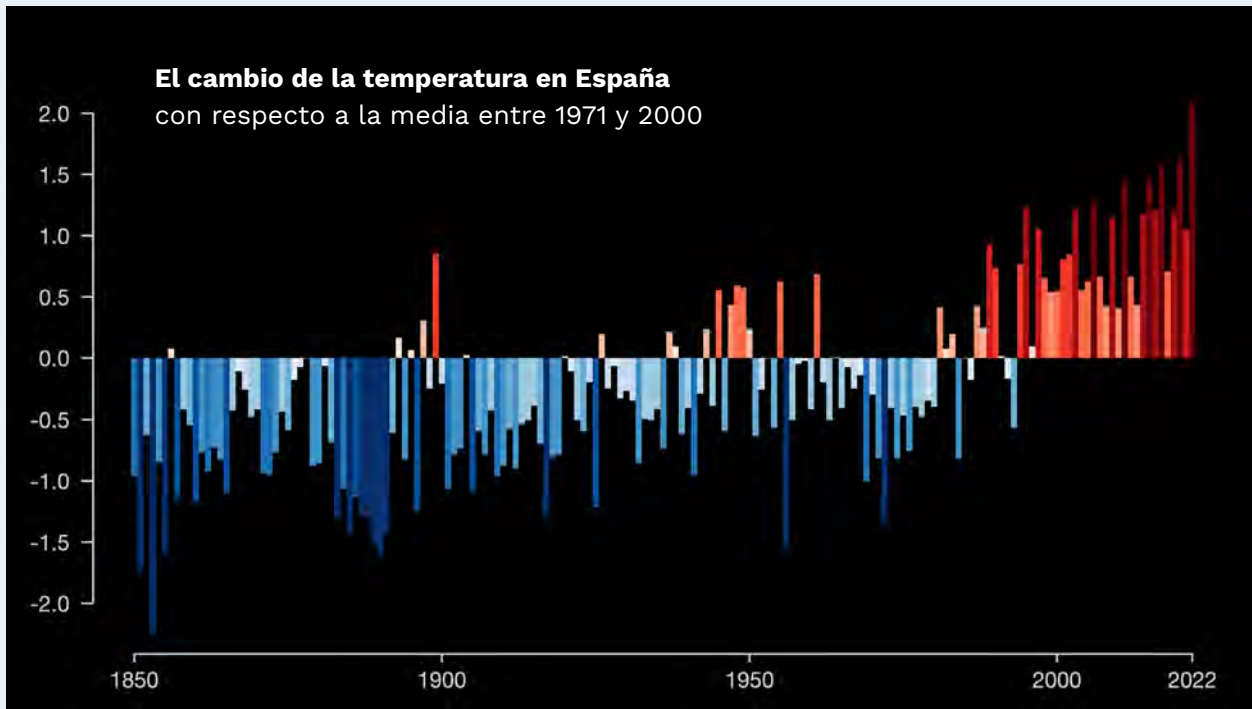
01/07/2023. Greenpeace evidencia la sequía en el Parque Nacional de Doñana, Andalucía.

©Greenpeace/Mario Gómez



GLOSARIO

- **Año hidrológico:** en España se considera que comienza el 1 de octubre y termina el 30 de septiembre.
- **Bioma:** comunidad de flora y fauna que viven juntas bajo un régimen climático específico.
- **Combustible forestal:** toda la materia orgánica que se encuentra en los montes en condiciones de disponibilidad para la combustión en un potencial incendio.
- **Enfermedad transmitida por vectores:** enfermedades humanas provocadas por bacterias, virus o parásitos que son transmitidos por vectores como mosquitos, garrapatas, moscas, pulgas y piojos.
- **Evapotranspiración:** pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación.
- **Filo:** una categoría utilizada para clasificar plantas y animales, situada entre reino y clase, donde se agrupan organismos en base a sus características fundamentales.
- **Forzamiento radiativo:** medida del efecto combinado de los gases de efecto invernadero, los aerosoles y otros factores que pueden influir en el clima para atrapar calor adicional.
- **Hidroperiodo:** se define por la duración y la frecuencia de inundación de un humedal. Tres tipos: permanente, temporal y mareal.
- **Marejada ciclónica:** inundación costera asociada generalmente con un sistema atmosférico de baja presión. Generalmente producto de los vientos en altura que empujan la superficie oceánica por encima del nivel del mar normal de las mareas en combinación con la presión atmosférica y la profundidad del mar.
- **Morbilidad:** número de personas que contraen o presentan una enfermedad o condición médica en un periodo determinado
- **Ola de calor:** episodio de al menos tres días consecutivos, en el que como mínimo el 10 % de las estaciones consideradas registran máximas por encima del percentil del 95 % de su serie de temperaturas máximas diarias de los meses de julio y agosto del periodo 1971-2000
- **Ola de calor marina:** si la temperatura del agua del mar está por encima del 90% de los datos históricos para esa zona y época del año durante al menos cinco días
- **Sequía ecológica:** déficit episódico en la disponibilidad de agua que lleva a los ecosistemas más allá de los umbrales de vulnerabilidad, impacta los servicios de los ecosistemas y desencadena reacciones en los sistemas naturales y/o humanos
- **Temperatura de bulbo húmedo:** Indicador de cuánto puede enfriarse el cuerpo humano por sí mismo mediante el sudor. Se mide envolviendo el bulbo de un termómetro con una tela de muselina húmeda y dejando que el agua se evapore naturalmente



Calentamiento observado en España en forma de gráfico, donde se muestra el aumento de la temperatura media anual del país a lo largo de las décadas comprendidas entre 1850 y 2022 (con respecto a la media entre 1971 y 2000). Cada barra representa un año; los años más calurosos que la media están representados en rojo y los años más fríos, en azul. El gráfico fue diseñado por el profesor Ed Hawkins, del Centro Nacional de Ciencias Atmosféricas del Departamento de Meteorología de la Universidad de Reading, en el Reino Unido. Se han procesado miles de millones de datos para crear cientos de imágenes que abarcan todos los países del mundo y que pueden descargarse de forma gratuita. #ShowYourStripes

Si desea crear un gráfico de franjas climáticas de otros países, regiones o estados, o si desea obtener una perspectiva global, visite: showyourstripes.info.

(Este gráfico cuenta con una licencia de reproducción de Creative Commons, Atribución 4.0 Internacional [CC BY 4.0]).

CARRERA CLIMÁTICA CONTRARRELOJ

**Cambio climático y eventos
meteorológicos extremos en España**

Autores:

Kathryn A. Miller¹, David Santillo¹ & Paul Johnston¹.

Revisado por:

George Zittis².

Infografía:

Nigel Hawtin

<http://nigelhawtin.com>

Greenpeace Research Laboratories Technical Report (Review) 01 2023

Fecha de publicación: 5 de julio de 2023

El Mediterráneo, y por tanto España, se está calentando más rápido que muchas otras regiones del mundo, y ya ha experimentado efectos del cambio climático tales como la sequía, las inundaciones, las olas de calor, las temperaturas extremas y el aumento del riesgo de incendios forestales. En este informe de Greenpeace España se exponen los motivos principales de preocupación y las medidas urgentes que se pueden emprender para contribuir a mitigar las repercusiones del futuro. Es el momento de acelerar la acción climática ya iniciada en los últimos años, para alcanzar el ritmo de reducción de emisiones imprescindible para evitar las peores consecuencias del cambio climático. El momento de actuar es hoy, no podemos esperar a mañana.

1. Greenpeace Research Laboratories, Innovation Centre Phase II, University of Exeter, Rennes Drive, Exeter EX4 4RN, United Kingdom. 2. The Cyprus Institute, Climate and Atmosphere Research Center (CARE-C), 20 Konstantinou Kavafi Street, 2121, Nicosia, Cyprus.

1.0 INTRODUCCIÓN

27/05/2011. Cádiz, Andalucía, España. Explanada de inundación de las marismas de Las Aletas.

©Greenpeace/Arturo Rodríguez





Desde la década de 1980, el ritmo del calentamiento climático en la región mediterránea, y por tanto en España, ha superado la media global. Se espera que en los próximos 20 años la región mediterránea alcance un calentamiento de 2 °C, a menos que se reduzcan de forma inmediata y drástica las emisiones de gases de efecto invernadero a escala global (Zittis et al., 2019). Todas y cada una de las regiones de nuestro planeta se ven afectadas por el cambio climático, y muchas regiones están sufriendo fenómenos meteorológicos y climáticos extremos (IPCC, 2023). Los impactos climáticos son cada vez más serios y devastadores, una tendencia que no parece detenerse; es más: los fenómenos meteorológicos extremos van a agravarse con cada aumento progresivo de la temperatura media global (IPCC, 2023, Figura SPM.2).

La población española ya ha sufrido los efectos del descenso de la precipitación anual a un ritmo de entre 3 y 11 mm por década desde los años 50 (Cherif et al., 2020). En los últimos tiempos (entre 1961 y 2018), España se ha enfrentado a tres períodos de varios años de intensas sequías (AEMET, 2020; Tabla 5). El año 2021 fue el tercer año consecutivo más seco en la península Ibérica (OMM, 2022). Once de las quince grandes cuencas hidrográficas del país sufren estrés hídrico (Vargas y Paneque, 2019), lo que suscita inquietud por los niveles de agua en los embalses y las consecuencias para los cultivos agrícolas y para el uso doméstico.

En 2023, España registró el abril más caluroso (McGrath y Hedgecoe, 2023), y el año anterior, en 2022, el año más caluroso del que se tenga constancia (OMM, 2023). Los días de calor causan estragos en las vidas humanas; según la Organización Mundial de la Salud, el estrés térmico contribuyó a más de cuatro mil muertes adicionales en España en 2022 (OMS, 2022; OMM, 2023).

Todo apunta a que las sequías, las olas de calor y las lluvias torrenciales (responsables de las inundaciones) son cada vez más frecuentes e intensas, un fenómeno que no se limita a

España, sino que sucede en todo el mundo. Una explicación simplificada de las mayores repercusiones del cambio climático en los fenómenos meteorológicos extremos es que las emisiones continuas de gases de efecto invernadero provocan que las capas más bajas de la atmósfera se calienten y humidifiquen, lo que aumenta el riesgo de que se intensifiquen las olas de calor y los periodos de lluvia y nieve (Royal Society, 2020).

En lo que respecta a España, las investigaciones apuntan a que en las próximas décadas el país sufrirá fenómenos meteorológicos extremos más frecuentes y prolongados. El aspecto clave es que, al margen de las futuras concentraciones mundiales de gases de efecto invernadero y de las respuestas globales, se espera que el clima en España se vuelva más cálido. No obstante, la velocidad y la magnitud de estos cambios dependerán de las futuras trayectorias de emisiones. Gracias a las investigaciones, sabemos que las actividades humanas, sobre todo la quema de combustibles fósiles, han provocado el aumento de la temperatura media global que tenemos ahora.

Las cifras del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) indican que el calentamiento antropogénico ha aumentado la temperatura media anual de todo el planeta en 1,15 °C en comparación con la segunda mitad del siglo XIX (OMM, 2022; IPCC, 2023). Sin embargo, observamos una cifra algo superior en Hausteiner et al. (2017), con un indicador en tiempo real que calcula que el nivel de calentamiento antropogénico desde el periodo de referencia (1850-1879) es de 1,27 °C (en mayo de 2023) (<https://www.globalwarmingindex.org>). Los datos de 2022 muestran que las emisiones de gases de efecto invernadero siguieron creciendo, lo que además contribuyó a que aumentara la temperatura de la superficie terrestre y marina del planeta. Las cifras de 2021 (los últimos datos disponibles) muestran que la concentración atmosférica mundial de dióxido de carbono ha aumentado un 50 % en comparación con los niveles preindustriales (OMM, 2023).

Los fenómenos meteorológicos extremos en España han tenido, y seguirán teniendo,

repercusiones generalizadas. Los periodos prolongados de sequía y calor reducen la disponibilidad de agua dulce y ponen en jaque los rendimientos agrícolas, lo que, a su vez, puede conducir a la escasez de agua y al aumento de los precios de los alimentos. Por otro lado, se suma a factores de estrés como la pérdida de hábitats por el cambio de uso del suelo, lo que repercute en los ecosistemas y en la biodiversidad.

1.1 Tendencias del pasado y situación actual

1.1.1 A nivel terrestre

Durante la ola de calor en el verano de 2021 y que afectó a la mayor parte de Europa occidental, el municipio de Montoro, en la provincia de Córdoba, registró una temperatura récord nacional de 47,4 °C el 14 de agosto (OMM, 2022).

A nivel mundial, la temperatura media anual es aproximadamente 1,15 °C más cálida que a finales del siglo XIX, según los datos analizados. Este cálculo se ha realizado comparando el periodo comprendido entre 2011 y 2020 con los años entre 1850 y 1900 (OMM, 2022; IPCC, 2023). Sin embargo, las medias globales no presentan un panorama completo, pues todas las partes del mundo no sufren el calentamiento a la misma velocidad. De este modo, algunas regiones sufren cambios mayores en los patrones climáticos medios y extremos que otras, y ese es el caso de la península Ibérica y de España.

El ritmo del calentamiento atmosférico en la región mediterránea, y por tanto en España, desde la década de 1980 ha superado la media global del calentamiento climático. Así lo demuestran, por ejemplo, los datos de la ola de calor que afectó al sur de España en la primavera de 2023, cuando la temperatura del aire alcanzó los 38,8 °C en el aeropuerto de Córdoba un 27 de abril, registrándose el día de abril más cálido de todo el país (McGrath y Hedgecoe, 2023). Según World Weather Attribution, la ola de calor de abril de 2023 en España habría sido imposible sin el cambio climático (WWA, 2023).

Las tendencias de precipitaciones observadas en la región varían, y están controladas sobre todo por la variabilidad natural del clima (Cherif



et al., 2020). Durante las últimas décadas, muchas partes de España —sobre todo en el sur y centro— han sufrido un descenso en la cantidad de lluvia (o de nieve) anual. La bajada de las precipitaciones ha sucedido, sobre todo, durante los meses de verano, aunque no todas las regiones de España se han visto afectadas en el mismo grado. Se ha observado, por ejemplo, un aumento en la cantidad de precipitaciones anuales en Galicia y en Asturias (Arias et al., 2021 p. 130; Senent-Aparicio et al., 2023).

Aunque algunas zonas en el norte del país no se han visto afectadas, en general, por grandes sequías, muchas regiones de España están sufriendo lo que se conoce como «estrés hídrico». Análisis publicados en 2019 pusieron de manifiesto que once de las quince demarcaciones hidrográficas españolas sufrían estrés hídrico y que, pese a que en parte se debiera al cambio de los patrones climáticos, los mayores factores aludían a un aumento de la demanda agrícola de agua para los cultivos (que supone en torno a un 80 % del consumo total), a la demanda de agua en pueblos y ciudades (un 16 %) y al uso del agua en el sector industrial (un 4 %). Apenas cuatro demarcaciones (Cantábrico Occidental, Cantábrico Oriental, Galicia Costa y Miño-Sil) contaban con



Arriba. 26/04/2023. Feria de Abril, Sevilla, Andalucía, España. Según Meteored, España no había superado nunca los 21 °C en abril, y se alcanzaron temperaturas máximas que superaron los 40 °C en algunas zonas del Valle del Guadalquivir.

©Greenpeace/G.J.CARAZO

Abajo. 26/11/2021. Contador de agua de riego junto a un crucifijo en Málaga, Andalucía, España.

©Greenpeace/Pedro Armestre

poco estrés hídrico o con ninguno cuando se llevó a cabo el estudio. Las tres demarcaciones con un estrés hídrico extremo son las del Duero, el Tajo y las demarcaciones intracomunitarias de Cataluña (Vargas y Paneque, 2019). En 2023, las tres cuencas que se consideran con mayor estrés hídrico son las del Guadiana, el Guadalquivir y las cuencas interiores de Cataluña.

1.1.2 A nivel marino

Se calcula que la temperatura media de la superficie del mar Mediterráneo ha aumentado unas tres veces más que la media mundial entre 1982 y 2018, y que este aumento de las temperaturas de unos 0,4 °C por década se corresponde con un aumento considerable de las olas de calor marinas desde principios del siglo XXI. En toda la cuenca mediterránea, el periodo 2015-2019 se consideró el más cálido desde que se iniciaron los registros en 1982, unas condiciones que se han mantenido en la región. A su vez, algunos de estos periodos de temperaturas del mar anómalamente elevadas han sido la causa de daños ecológicos, como, por ejemplo, la mortalidad masiva de las especies marinas.

8/19/2021. Mar Menor, Murcia, Region de Murcia.
©Greenpeace/Virginia Rabal



1.2 Proyecciones climáticas

1.2.1 Temperaturas

El ritmo del calentamiento en casi toda España seguirá creciendo a una mayor velocidad que la media global. Por ejemplo, por cada grado adicional de calentamiento a escala mundial, la reacción será un 50 % mayor (o sea, 1,5 °C), y se prevén cambios más pronunciados en las regiones de interior (Tebaldi et al., 2021).

De media, se prevé que la temperatura anual en la península crezca entre 1,1 y 2 °C (con respecto a los datos entre 1980 y 1999), al tiempo que se calcula que los valores más elevados correspondan a los escenarios de altas emisiones (Cherif et al., 2020). Con las políticas actuales, si no se toman acciones que consigan reducir las emisiones a mayor ritmo del actual, se prevé que el calentamiento supere los 4 °C a finales del siglo

Si la temperatura media mundial aumenta 1,5 °C con respecto al periodo de referencia (1850-1900), se prevé que la temperatura en España del día más caluroso sea unos 2 °C mayor (como mínimo). Pero si la temperatura media anual a nivel mundial aumenta 2 °C, el día más caluroso en España será, como mínimo, unos 3 °C más cálido que el periodo de referencia a mediados del presente siglo. Finalmente, si el aumento de la temperatura media global es de 3°C, se estima que en el caso de España, el aumento de la temperatura sea de más de 4 °C (IPCC 2023, Figura SPM.2).

Al igual que ocurre con el resto del Mediterráneo, se espera que la península Ibérica se caliente más durante los meses de verano en comparación con los de invierno (Cherif et al., 2020).

1.2.2 Precipitaciones (lluvia, nieve, granizo)

Se prevé que muchas regiones de España se vuelvan más secas si se tienen en cuenta las precipitaciones anuales totales. Paradójicamente, aunque casi todas las proyecciones climáticas para España concuerdan en la menor cantidad de precipitaciones anuales, a escalas temporales más cortas es probable que la pluviosidad se



empiece a asociar cada vez más con lluvias cortas pero de gran intensidad (Zittis et al., 2021). Estos fenómenos, sumados a los cambios generalizados en el uso del suelo, podrían provocar inundaciones puntuales.

Además, las lluvias torrenciales no suelen ser útiles a la larga a la hora de reabastecer las reservas agotadas de agua subterránea. Los suelos degradados por la sequía e incendios, reducen la capacidad de infiltrar el agua procedente de las lluvias intensas, que además favorecen la escorrentía y procesos erosivos. Las proyecciones climáticas —sobre todo en lo que respecta a altas emisiones y pese a la reducción en el número de días de lluvia— indican que los periodos de lluvia tenderán a intensificarse. Por ejemplo, se espera que el volumen de lluvia (o nieve o granizo) que cae en el día más lluvioso del año de España aumente hasta en un 10 % en comparación con el periodo de referencia (1850-1900) en todos los escenarios de aumento de la temperatura media global (de 1,5 °C a 4 °C por encima de la referencia) (IPCC, 2023, Figura SPM.2). Esto conllevaría un aumento del riesgo de inundaciones (Douville et al., 2021) y plantea retos adicionales en cuanto a la gestión del agua.

La tendencia general que se prevé es que las precipitaciones en España disminuyan y se concentren en episodios menores pero más intensos. Este escenario se repetirá en

otros países bañados por el Mediterráneo. Los modelos de proyecciones de los patrones de lluvias son más imprecisos que los del cambio de temperaturas, algo que en parte se debe a la complejidad de las interacciones entre los sistemas meteorológicos y la geografía y la orografía en terrenos donde la lluvia sigue escaseando. Sin embargo, según el consenso de la comunidad científica, es probable que esta disminución de precipitaciones siga produciéndose a lo largo de este siglo.

Además de los cambios en las condiciones promedias, el cambio climático también afectará a la variación de las precipitaciones en esta región (Zittis et al., 2019); de modo que la variación anual aumentará, lo que se traducirá en estaciones y años más secos o más lluviosos y afectará, asimismo, a los ecosistemas, a la agricultura y a otras actividades socioeconómicas.

1.2.3 Estado del mar

En esta sección se abordará el aumento de la temperatura marina y del nivel del mar. Entre 2015 y 2019, las condiciones térmicas excepcionales que sufrió el mar Mediterráneo dieron lugar a cinco años consecutivos de casos de mortalidad masiva en varios lugares. Dichos casos de mortalidad masiva afectaron a múltiples ecosistemas marinos a lo largo de miles de kilómetros de costa, como sucedió en aguas

españolas, lo que abarcaba especies de hasta ocho filos vegetales y animales (Garrabou et al., 2022). En conjunto, se espera que la temperatura media de la superficie del mar Mediterráneo aumente entre 1,8 °C y 3,5° C para 2100, con puntos críticos esperables en la costa oriental de España y en la zona este del mar Mediterráneo (UNEP, 2020).

1.2.3.1 Las olas de calor marinas

Las olas de calor marinas y el calentamiento rápido de la temperatura media del aire, considerados juntos reducen las posibilidades de cambios adaptativos en los organismos y pueden provocar cambios en su distribución geográfica para permanecer en las condiciones de temperatura idóneas. Esto podría traducirse en extinciones locales y en cambios a gran escala en la distribución y las áreas geográficas (Templado, 2014). En otros lugares de la costa española — en el Cantábrico central, que está ampliamente influenciado por el Atlántico— también se han registrado olas de calor marinas, aunque las tendencias de frecuencia e intensidad no son tan claras. En todo caso, se prevé que los fenómenos de esa naturaleza aumenten en el futuro, y existe una clara tendencia al alza en las temperaturas de la superficie marina del golfo de Vizcaya (Izquierdo et al., 2022). Se espera que las olas de calor marinas se intensifiquen y aumenten de frecuencia en el futuro, aunque es probable que exista un alto grado de variación en la región mediterránea en su conjunto.

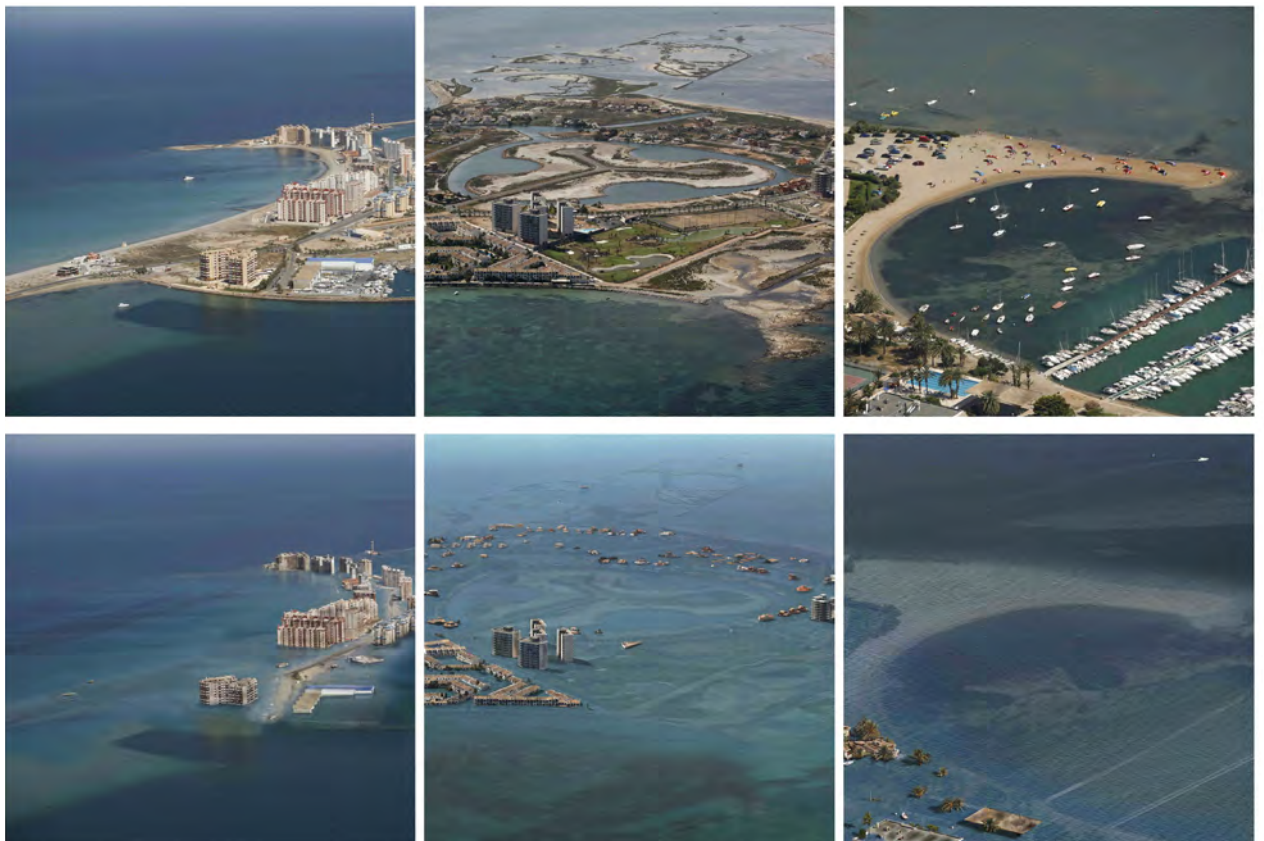
Las aguas de la zona económica exclusiva de España, las de alrededor de las islas Baleares y las que se extienden más al norte de la costa peninsular española podrían verse especialmente amenazadas por el aumento de la intensidad de las olas de calor marinas. (Garrabou et al., 2022; Dayan et al., 2023; Pastor y Khodayar, 2023). En 2022, una ola de calor particularmente intensa sacudió el mar Mediterráneo. Se observaron anomalías en la temperatura del agua marina de hasta 5 °C mediante el proyecto CAREheat, financiado por la Agencia Espacial Europea (ESA, 2022). Dicho fenómeno marino coincidió con la ola de calor terrestre que sacudió gran parte de Europa en 2022.

Los mapas basados en los datos del Servicio de Vigilancia Marina Copernicus de la Unión Europea (T-MEDNet 2023), que emplean datos históricos y actuales, confirman que las olas de calor marinas seguirán ocurriendo en 2023. Según World Weather Attribution, la reciente ola de calor terrestre que afectó al área oriental del Mediterráneo a finales de abril de 2023 y que fue similar a los episodios que han provocado olas de calor marinas en el pasado habría sido imposible sin la contribución del cambio climático antropogénico (WWA, 2023). Si las temperaturas promedias siguen aumentando con más rapidez en esta región que la media global y la frecuencia y la intensidad de las olas de calor marinas, por tanto, sigue creciendo, las repercusiones profundas en la biodiversidad marina parecen inevitables.

Para invertir o detener el aumento de la temperatura de los océanos se requieren cientos o miles de años. La subida de las temperaturas de la superficie marina provoca el blanqueamiento de los corales y el aumento del nivel del mar. La emisión continua de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono y el metano contribuye al calentamiento y la acidificación de los océanos (OMM, 2023).

1.2.3.2 El aumento del nivel del mar

El aumento del nivel del mar a escala global tendrá repercusiones en las regiones costeras y en las islas. Para finales de siglo, la magnitud y el alcance de estas repercusiones dependerán del alcance del aumento regional del nivel del mar y de las inundaciones periódicas y permanentes derivadas. La región mediterránea podría verse particularmente expuesta por el alto porcentaje de personas que viven en las regiones costeras; se calcula que en el Mediterráneo, el 34 % de la población vive en regiones costeras, cifra que a escala mundial ronda el 10 % (Luque et al., 2021) (Tabla 1).



08/11/2007. La Manga del Mar Menor, Murcia, España.

Greenpeace mostraba en el libro "Photoclima" la transformación que sufrirá España si no se actúa contra el cambio climático.. "Photoclima" pone en imágenes los informes del Panel Intergubernamental de Cambio Climático de la ONU para alertar de la urgencia de reducir las emisiones de CO2.

© Greenpeace/Pedro Armestre y Mario Gómez

El aumento del nivel del mar, sumado, sobre todo, a los fenómenos meteorológicos extremos como las marejadas ciclónicas (inundaciones asociadas a los ciclones), podría afectar a infraestructuras esenciales como los puertos marítimos y, por ende, a las operaciones marítimas. En un entorno de altas emisiones, las islas Canarias y las Baleares, que tanto dependen de los medios marítimos para el transporte de mercancías y pasajeros, se enfrentarán a un mayor riesgo de interrupciones del transporte marítimo (Zittis et al., 2023).

Tabla 1 | Cambios previstos del aumento promedio del nivel del mar y de la temperatura de la superficie marina respecto a 1995-2014) para el Mediterráneo (incluyendo la costa atlántica de la península) según la media del conjunto CMIP6 (26 modelos). Fuente: <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>

| Escenario | Subida media del nivel del mar (m) | | Incremento de Temperatura de la superficie marina (°C) | |
|----------------------------------|------------------------------------|---------------|--|---------------|
| | SSP1-2.6 | SSP5-8.5 | SSP1-2.6 | SSP5-8.5 |
| A corto plazo (2021-2040) | 0.1 (0.1-0.2) | 0.1 (0.1-0.2) | 0.7 (0.5-1.1) | 0.8 (0.5-1.2) |
| A medio plazo (2041-2060) | 0.2 (0.1-0.3) | 0.3 (0.1-0.4) | 1.0 (0.7-1.5) | 1.6 (1.0-2.1) |
| A largo plazo (2081-2100) | 0.4 (0.2-0.7) | 0.7 (0.4-1.0) | 1.1 (0.6-1.9) | 3.5 (2.5-4.5) |

2.0 RESUMEN DE LAS CONCLUSIONES DEL IPCC

En esta sección se exponen los resultados del informe de síntesis del Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (AR6), así como los resultados de los tres grupos de trabajo (Grupo de Trabajo I: Bases de la ciencia física; Grupo de Trabajo II: Impactos, adaptación y vulnerabilidad; Grupo de Trabajo III: Mitigación del cambio climático). Consultar Tabla 2.

Los principales hallazgos del AR6 se basan en los Informes de Evaluación anteriores y afirman que los cambios en el clima ya se están produciendo, de modo que la mayor parte de la superficie terrestre del planeta se irá volviendo más cálida a lo largo del siglo XXI y casi todos los cambios se deberán a la intervención del ser humano. Uno de los principales descubrimientos es que la temperatura media de la superficie global ha subido en torno a 1,1 °C si comparamos el periodo de 1850 a 1900 con el de 2011 a 2020. Además, los últimos cinco años (de 2016 a 2020) han sido los más calurosos desde que se tienen registros (1850).

Desde el AR5, hemos experimentado un aumento en la frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos a escala global,

en forma de precipitaciones (lluvia, nieve y granizo) que causan inundaciones, ciclones tropicales y temperaturas calurosas extremas que desembocan en sequías y en un mayor riesgo de grandes incendios forestales. En lo que respecta a España, las proyecciones del AR6 apuntan a un descenso general probable en las precipitaciones de las regiones meridionales y centrales, con un incremento de la aridez y la sequía. El calentamiento climático provocará que aumente el riesgo de fenómenos de calor extremo en la región mediterránea y por tanto en España. El Grupo de Trabajo III del IPCC propone que para abordar esta situación son necesarios cambios tanto estructurales como culturales. Las respuestas sociales habrán de tener en cuenta variables tales como la información y concienciación a la población, la percepción del riesgo y las normas y valores subjetivos y sociales. El atlas interactivo del IPCC (<https://interactive-atlas.ipcc.ch>) es una herramienta visual útil para saber de qué modo las distintas regiones pueden verse afectadas por el calor y las precipitaciones en distintos escenarios de calentamiento climático.

Las proyecciones climáticas se basan en los resultados de los modelos climáticos, y deberían

Principales riesgos climáticos generales para España en 2100 si no se frenan con rapidez las emisiones de gases de efecto invernadero

- (riesgos para) los ecosistemas marinos;
- (riesgos para) los ecosistemas terrestres;
- inundaciones en el interior;
- aumento del nivel del mar en la costa;
- (riesgos para) la salud humana y para el bienestar (calor excesivo o inundaciones repentinas);
- escasez de agua y sequías;
- grandes incendios forestales, y
- disminución del rendimiento de los cultivos.

Es importante tener en cuenta que si se toman medidas de forma urgente para detener las emisiones de gases de efecto invernadero y usar tecnologías y fuentes de energía limpias, estas pueden tener un efecto positivo a la hora de reducir los efectos sobre el clima. Los riesgos derivados del calentamiento climático pueden paliarse con adaptaciones y, lo que es más importante, se pueden reducir deteniendo las nuevas emisiones (Ali et al., 2022, Figura CCP4.7).

Tabla 2 | Puntos clave copiados textualmente de los resúmenes técnicos de los informes del AR6 de forma más detallada, con referencias a los respectivos números de sección de dichos resúmenes.

| Región | Tema | Cambios observados | Cambios previstos |
|--|-------------------------|--|--|
| Informe de síntesis del AR6: Cambio climático 2023 (Lee et al., 2023) | | | |
| Mundial | Actividades humanas | «Las actividades humanas, y sobre todo las emisiones de gases de efecto invernadero, han sido la causa indiscutible del calentamiento del planeta» (Lee et al., 2023, sección 2.1). | |
| Mundial | Temperaturas | «La temperatura global en superficie alcanzó, entre 2011 y 2020, 1,1 °C más que entre 1850 y 1900» (Lee et al., 2023, sección 2.1). | |
| Mundial | Climas extremos | «El cambio climático provocado por el ser humano ya repercute en muchos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos en todas las regiones del planeta» (Lee et al., 2023, sección 2.1). | |
| Mundial | Comunidades vulnerables | «Las comunidades vulnerables que históricamente menos han contribuido al cambio climático actual sufren ahora sus efectos de manera desproporcionada» (Lee et al., 2023, sección 2.1). | |
| Europa | Inundaciones | | «Con un calentamiento global de 1,5 °C, se prevé que los fenómenos de precipitaciones intensas y de inundaciones se intensifiquen y se vuelvan más frecuentes en la mayoría de las regiones de [...] Europa (confianza media)» (Lee et al., 2023, sección 3.1.1). |
| Europa | Sequía | | «A 2 °C o más, estos cambios se extienden a más regiones y/o adquieren mayor relevancia (confianza alta), y se prevén sequías agrícolas y ecológicas más frecuentes y/o graves en Europa... (confianza de media a alta) (Lee et al., 2023, sección 3.1.1). |
| Europa | Adaptación | | «Con el aumento del calentamiento global, se llegará a más límites de adaptación (confianza alta) y aumentarán las pérdidas y los daños, que se concentrarán en gran medida en las poblaciones más vulnerables y pobres (confianza alta)» (Lee et al., 2023, sección 3.2). |
| Europa | Estrés térmico | | «La adaptación necesaria para abordar los riesgos por estrés térmico, mortalidad por el calor y disminución de las capacidades para el trabajo al aire libre de los seres humanos se enfrenta a límites moderados y estrictos en todas las regiones, que se acentúan notablemente a 1,5 °C, y que son de especial relevancia para las regiones con climas cálidos (nivel de confianza alto) (Lee et al., 2023, sección 3.2). |

| Región | Tema | Cambios observados | Cambios previstos |
|--|----------------------------|--|--|
| Grupo de Trabajo I: Bases de la ciencia física (Arias et al., 2021) | | | |
| Mundial | Actividad humana | «El cambio climático causado por el ser humano ha provocado cambios perceptibles en el ciclo mundial del agua desde mediados del siglo xx (confianza alta)» (Arias et al., 2021, cuadro TS.6). | |
| Mediterráneo | Ciclo del agua | | «La subida prevista de la evapotranspiración debido al aumento de la demanda de agua por parte de la atmósfera disminuirá la humedad del suelo en la región mediterránea (confianza alta)» (Arias et al., 2021, cuadro TS.6). |
| Mediterráneo | Ciclo del agua | | «La superficie total sujeta a una mayor frecuencia y gravedad de las sequías aumentará (confianza alta), y en el Mediterráneo... la mayor aridez futura superará con creces la magnitud del cambio observado durante el último milenio (confianza alta)» (Arias et al., 2021, cuadro TS.6). |
| Mediterráneo | Factores climáticos | | «Con un calentamiento global de 2 °C, y ya para mediados del siglo XXI, se espera que una gran variedad de [factores de impacto climático] —especialmente aquellos relacionados con el ciclo del agua y las tormentas— muestren cambios simultáneos por regiones respecto al pasado reciente con una confianza alta o media. En varias regiones (el Mediterráneo), el aumento de uno o varios factores de sequía, aridez e incendios (confianza alta) afectará a una amplia variedad de sectores, como la agricultura, la silvicultura, la sanidad y los ecosistemas» (Arias et al., 2021, sección TS.4.3.2). «[...] se prevé un aumento de los [factores de impacto climático] secos (aridez; sequías hidrológicas, agrícolas y ecológicas; clima propicio a los incendios) en el [...] Mediterráneo [...] (confianza media a alta)» (Arias et al., 2021, sección TS.4.3.2.1). |
| Mediterráneo | Humedad y sequedad | «Se ha observado una tendencia al alza a las sequías hidrológicas en el Mediterráneo (confianza alta) [...]. Dicha tendencia se ajusta con el aumento previsto a nivel regional en cuanto a las condiciones meteorológicas de aridez e incendios (confianza alta)» (Arias et al., 2021, sección TS.4.3.2.1). | «El descenso de las precipitaciones y el aumento de la aridez en [...] el Mediterráneo son fenómenos que coexisten con una tendencia al alza a las sequías agrícolas y ecológicas [...] (confianza media)» (Arias et al., 2021, section TS.4.3.2.1). |
| Mediterráneo | Viento | | «Se prevé que el viento medio, los vientos extremos y el potencial eólico en [...] el Mediterráneo disminuya en todos los escenarios (confianza alta)» (Arias et al., 2021, sección TS.4.3.2.1). |
| Mediterráneo | Viento | | «Se prevé que disminuya la frecuencia de los medicanes (ciclones tropicales en el Mediterráneo) (confianza media)» (Arias et al., 2021, sección TS.4.3.2.5). |

| Región | Tema | Cambios observados | Cambios previstos |
|--|--|---|---|
| Mundial | Sequía | «[...] el aumento observado en [...] las sequías de tipo hidrológico y agrícola-ecológico en el Mediterráneo (confianza alta), [...] se ha achacado a la influencia humana con confianza media» (Arias et al., 2021, sección TS.4.3.2.5). | «La aridez, las sequías agrícolas e hidrológicas y las condiciones meteorológicas propicias a los incendios aumentarán en la región mediterránea a partir de los 2 °C [nivel del calentamiento global] (confianza alta)» (Arias et al., 2021, sección TS.4.3.2.5). |
| Mediterráneo | Inundaciones | | «Las inundaciones pluviales aumentarán en todas partes, con [...] confianza media en el Mediterráneo» (Arias et al., 2021, sección TS.4.3.2.5). |
| Grupo de Trabajo II: Impactos, adaptación y vulnerabilidad (Pörtner et al., 2021) | | | |
| Mediterráneo | Sistemas de agua y seguridad hídrica | | «Se prevé que los riesgos de sequía y los consiguientes daños sociales aumenten con cada grado de calentamiento que se sume (confianza media)» (Pörtner et al., 2021, sección TS.C.4.4). |
| Europa | Sistemas de agua y seguridad hídrica | | «En el sur de Europa, más de un tercio de la población se verá expuesta a la escasez de agua superados los 2 °C, riesgo que se duplica con 3 °C, con pérdidas económicas considerables (confianza media)» (Pörtner et al., 2021, sección TS.C.4.4). |
| Mediterráneo | Sistemas de agua y seguridad hídrica | | «En extensas áreas del [...] Mediterráneo [...] se prevé que la frecuencia de sequías agrícolas extremas sea en torno al 150 y el 200 % más probable a 2 °C y que sea superior al 200 % a 4 °C (confianza media)» (Pörtner et al., 2021, sección TS.C.4.4). |
| Mediterráneo | Energía hidroeléctrica | | «En el Mediterráneo y en algunas partes de Europa, se prevén reducciones potenciales de energía hidroeléctrica de hasta el 40 % con un calentamiento de 3 °C, al tiempo que se prevén reducciones por debajo del 10 y del 5 % con niveles de calentamiento de 2 °C y de 1,5 °C, respectivamente» (Pörtner et al., 2021, sección TS.C.4.6). |
| Europa | Enfermedades transmitidas por vectores | | «Las temperaturas elevadas, sumadas a cambios en el uso del suelo y en la cubierta terrestre provocan que haya más zonas propensas a la expansión de enfermedades transmitidas por vectores (confianza alta)» (Pörtner et al., 2021, sección TS.B.5.6). |
| Europa | Enfermedades transmitidas por vectores | | «El cambio y la variabilidad climática están facilitando la expansión del virus chikungunya en [...] Europa [...] (confianza de media a alta), de la encefalitis transmitida por garrapatas en Europa (confianza media) [...] y de vectores de la enfermedad de Lyme en [...] Europa (confianza media)» (Pörtner et al., 2021, sección TS.B.5.6). |
| Mundial | Aumento del nivel del mar | | «Para 2100, en todos los escenarios climáticos y socio-económicos, las ciudades y las poblaciones situadas a baja altitud, las islas pequeñas [...] y las comunidades deltaicas se enfrentarán a graves alteraciones, e incluso en muchos casos en 2050 (confianza muy alta)» (Pörtner et al., 2021, sección TS.C.5.3). |
| Europa | Muertes relacionadas con el calor | | «En Europa, el número de personas con un alto riesgo de mortalidad se triplicará llegados los 3 °C de calentamiento en comparación con los 1,5 °C, sobre todo en Europa central y meridional y en las zonas urbanas (confianza alta)» (Pörtner et al., 2021, sección TS.B.6.3). |
| Europa | Globalización | | «Europa se enfrenta a riesgos climáticos externos debido al posicionamiento mundial de la cadena de suministro y a los recursos compartidos (confianza alta). Los riesgos climáticos en Europa también afectan a las finanzas, a la producción de alimentos y a los recursos marinos de fuera de Europa (confianza media)» (Pörtner et al., 2021, sección TS.C.11.6). |

| Región | Tema | Cambios observados | Cambios previstos |
|--|---|--|--|
| Grupo de Trabajo III: Mitigación del cambio climático (Pathak et al., 2022) | | | |
| Mundial | Acuerdo de París | «Las emisiones [de gases de efecto invernadero] siguieron creciendo hasta 2019, aunque el aumento mundial de las emisiones de gases de efecto invernadero ha aminorado a lo largo de la última década (confianza alta)» (Pathak et al., 2022, sección TS.2). | «Cumplir con el objetivo de temperatura a largo plazo del Acuerdo de París implica, sin embargo, un cambio radical en la tendencia de las emisiones [de gases de efecto invernadero] y un descenso acelerado hacia “cero emisiones netas”. Esto es imposible si no se toman medidas urgentes y ambiciosas en todos los ámbitos» (Pathak et al., 2022, sección TS.2). |
| Mundial | Emisiones de gases de efecto invernadero | «[...] las emisiones mundiales estimadas para 2030 siguen excediendo con creces los modelos compatibles con los 1,5 °C, y se aproximan al límite superior de los modelos que limitan el calentamiento a 2 °C [...] o menos» (Pathak et al., 2022, sección TS.2). | «Para lograr una transición global hacia un mundo con bajas emisiones de carbono, resiliente al clima y sostenible, necesitamos una planificación y unas soluciones decididas y cada vez mejor coordinadas a muchas escalas de gobierno, incluyendo los niveles locales, regionales, nacionales y mundiales (confianza alta)» (Pathak et al., 2022, sección TS.2). |



15/6/2023. Alfajarín, Zaragoza. Desierto de los Monegros.
©Greenpeace/ Pedro Armestre

3.0 IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO FUTURO Y DE LOS EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS EN LA SOCIEDAD ESPAÑOLA



11/7/2021. Córdoba, Andalucía, España. Una nueva ola de calor bate el récord de temperaturas en el sur de España. Greenpeace alerta que las temperaturas extremas alcanzadas en Córdoba seguirán superándose en las próximas olas de calor.

© Greenpeace/Mario Gómez

entenderse como la «mejor previsión» sobre las posibles trayectorias futuras. Para elaborar sus resultados, los modelos climáticos emplean datos de observación junto con posibles trayectorias de emisiones futuras. Por ello, es importante tener en cuenta: (a) que tal vez haya discrepancias en las posibles proyecciones futuras entre distintos modelos climáticos (sobre todo en lo que respecta a las precipitaciones) y (b) que la magnitud y la variedad de los cambios previstos dependen en gran medida de los escenarios de emisiones y del grado de reducción de emisiones que se pueda lograr.

Se espera que España sufra fenómenos meteorológicos extremos con mayor frecuencia y extensión en las próximas décadas (p. ej., olas de calor o sequías). No sería, por tanto, de extrañar que afectasen a muchas comunidades en todo el país. Los efectos de un evento meteorológico extremo —como un periodo largo de sequía— pueden agravarse si al menos otro fenómeno

meteorológico extremo sucede al mismo tiempo o de forma consecutiva. Por ejemplo, una lluvia intensa sobre suelo seco puede dar lugar a una inundación mayor. Las combinaciones de eventos meteorológicos extremos suponen un gran perjuicio para las personas y los ecosistemas. Por ejemplo, si varios fenómenos de sequía, incendios y lluvias intensas suceden en un periodo corto, sectores económicos de todo tipo —como la agricultura o la silvicultura—, así como los ecosistemas naturales, podrían verse afectados al mismo tiempo (Arias et al., 2021; AR6 GTI TS.4.3.2).

Las proyecciones climáticas y los efectos derivados para España varían dependiendo de la región y de la estación, pero, si se comparan con los niveles actuales, se prevé que las olas de calor extremas en el Mediterráneo aumenten considerablemente. Se prevé que, en todos los escenarios de emisiones futuras, a finales de este siglo el calentamiento medio anual del planeta ronde los 2 °C por encima de los niveles

preindustriales, cifra que en algunas regiones mediterráneas el aumento del calor en verano podría superar con creces (Zittis et al., 2019). En las próximas secciones se exponen algunas de las formas en que la población española podría verse afectada por los patrones climáticos.

3.1. La supervivencia humana en un futuro caluroso y húmedo

El ser humano se ha adaptado a un modo de vida con un amplio abanico de temperaturas entre los 4 °C y los 35 °C. Sin embargo, se ha descubierto que desde el Holoceno medio (hace 6000 años) la mayor parte de los humanos ha preferido vivir en regiones con una temperatura media anual entre los 11 °C bajo cero y los 15 °C (Xu et al., 2020). En España, la temperatura media anual de la última década se encuentra en el límite superior del rango «preferido», a 15,6 °C (basándonos en las temperaturas ambiente medias anuales recogidas por AEMET entre 2008 y 2019).

El aumento de la exposición al calor es especialmente preocupante, ya que afecta a la salud humana. La exposición al calor excesivo puede agravar problemas de salud subyacentes. Las temperaturas extremas también son potencialmente perjudiciales para los grupos vulnerables, lo que incluye a los bebés y a las personas de más edad. Por otra parte, es previsible que se dé una pérdida de productividad durante los periodos prolongados de calor, sobre todo si se suma a una alta humedad (Levy et al., 2016; Perkins-Kirkpatrick y Gibson, 2017). Según estudios donde se analizó la exposición a temperaturas extremas, los fenómenos de calor extremo pueden hacer que el exceso de mortalidad se manifieste en cuestión de días. En cambio, el frío extremo provoca un exceso de mortalidad en un periodo más largo, de hasta veinticinco días (Anderson y Bell, 2009).

3.1.1 El estrés térmico

Las muertes pueden ocurrir y ocurren durante y tras periodos de calor excesivo, y, aunque

muchas personas son capaces de sobrellevar un solo día de temperaturas extremas, las tasas de mortalidad aumentan durante las olas de calor que duran más de dos días. Los mayores problemas de salud se presentan durante periodos extensos de calor excesivo, cuando las temperaturas diurnas y nocturnas son elevadas y no hay ningún momento del día en que el ser humano pueda recuperarse ni reponerse (Perkins, 2015).

Las proyecciones para España indican que, si continúa el calentamiento global, se espera que aumente la proporción del país que sufra entre uno y diez días de condiciones de calor y humedad extremas, con la amenaza de días de riesgo elevado aún más frecuentes para los habitantes de las costas orientales y meridionales del país (IPCC 2023, Figura SPM.3). Ante tales escenarios, el riesgo de muerte por sobrecalentamiento (hipertermia) aumenta de forma sustancial.

La temperatura corporal del ser humano oscila normalmente entre los 36,5 °C y los 37,5 °C. Una temperatura de bulbo húmedo de 35 °C constituye el límite fisiológico máximo para la supervivencia humana (Raymond et al., 2020). Por lo general, el sobrecalentamiento del cuerpo va acompañado de fiebre, pero puede producirse también cuando la temperatura exterior es muy alta durante un largo periodo y el organismo no es capaz de enfriarse. Si la temperatura interna corporal alcanza los 38 °C se considera elevada, y si llega a los 40 °C se convierte en una amenaza para la vida (NHS, 2020). Si la temperatura ambiente supera los 37 °C, el organismo acumula el calor y tenderá a sobrecalentarse de forma peligrosa. Sudar para disipar el calor se vuelve inútil a una humedad relativa alta, es decir, que en condiciones de alta humedad, incluso una temperatura ambiente más baja puede ser letal (Mora et al., 2017).

Entre los efectos en la salud relacionados con el calor destacan mayor morbilidad por cardiopatía isquémica, ictus isquémicos, arritmia cardíaca, deshidratación, insuficiencia renal aguda, insolaciones, diarrea y golpes de calor (Hopp et al., 2018). Las tasas elevadas de morbilidad y mortalidad humanas se asocian más a

periodos sostenidos de aumentos moderados de temperatura que a días puntuales muy calurosos (Gasparrini et al., 2015; Perkins-Kirkpatrick y Gibson, 2017).

Por otro lado, se prevé que el calor excesivo tenga repercusiones negativas en la productividad laboral. Para finales del siglo XXI, bajo un modelo de alto forzamiento radiativo (escenario RCP8.5 del IPCC), el sur de Europa y algunas zonas de España experimentarán una pérdida generalizada de horas de trabajo de al menos un 15 %, cifra que ascenderá al 50 % en algunos puntos (Casanueva et al., 2020). Se prevé que España sea uno de los países con mayores pérdidas económicas relacionadas con las olas de calor (García-León et al., 2021). Se calcula que dichas pérdidas superarán el 3 % del producto interior bruto (PIB) del país de aquí a 2060.

3.2 Los entornos urbanos y el cambio climático

Se espera que las zonas edificadas —sobre todo las situadas a lo largo del litoral— se vean afectadas por el cambio climático y por los riesgos que conllevan fenómenos extremos como las lluvias torrenciales (y las consiguientes inundaciones repentinas) y los periodos



prolongados de calor. En general, los riesgos son más elevados en las zonas urbanas que en las rurales. La combinación de las temperaturas elevadas con la humedad elevada puede, en el mejor de los casos, hacer que la vida de la población sea enormemente incómoda, sobre todo para los sectores desfavorecidos sin acceso a sombra natural, espacios verdes o aire acondicionado; en el peor de los casos, puede constituir una grave amenaza para la salud. Estos riesgos se acentúan especialmente en grandes ciudades en las que el efecto isla de calor agrava dichas exposiciones, sobre todo en periodos en los que las temperaturas elevadas se mantienen durante la noche (consultar también sección 3.2.1, abajo).

Se prevé que el calentamiento de la superficie terrestre en España vaya acompañado de aumentos de la humedad en las regiones costeras, pues las aguas del océano, incluidas las del Mediterráneo, también se están calentando. Una investigación comparando datos del periodo 1951-1985 con datos de 1986-2020 mostró que la superficie del mar en el noroeste del Mediterráneo está perdiendo menos calor que durante las décadas anteriores (Josey y Schroeder, 2023). Esto provoca un mar más cálido, que a su vez puede aumentar el riesgo de temporales de invierno y de olas de calor estivales. Esta menor pérdida de calor en la superficie del mar se debe a la existencia de temperaturas del aire más cálidas que en el pasado, lo que hace que se caliente más el agua subyacente.

Se prevé que el aumento de la demanda de aires acondicionados en los edificios haga que crezca, asimismo, la demanda de energía y de agua. Las medidas de ahorro de energía, en parte como respuesta a la subida de los precios de la energía por el actual conflicto de Ucrania y Rusia, puestas en marcha por el Gobierno español en agosto de 2022 y previstas hasta noviembre de 2023, introdujeron restricciones a la temperatura mínima de los aires acondicionados (mayor de 27 °C), así como en calefacciones (19 °C como máximo) tanto en edificios públicos como en centros comerciales, teatros, cines, estaciones de tren y aeropuertos (Jones, 2022). Las medidas de ahorro energético implementadas por el Gobierno español no tienen en cuenta la humedad, que puede tener un efecto perjudicial para la salud

23/05/2020. Paseo de la Playa de la Barceloneta, Barcelona, Cataluña. España.

© Greenpeace/Pedro Armestre



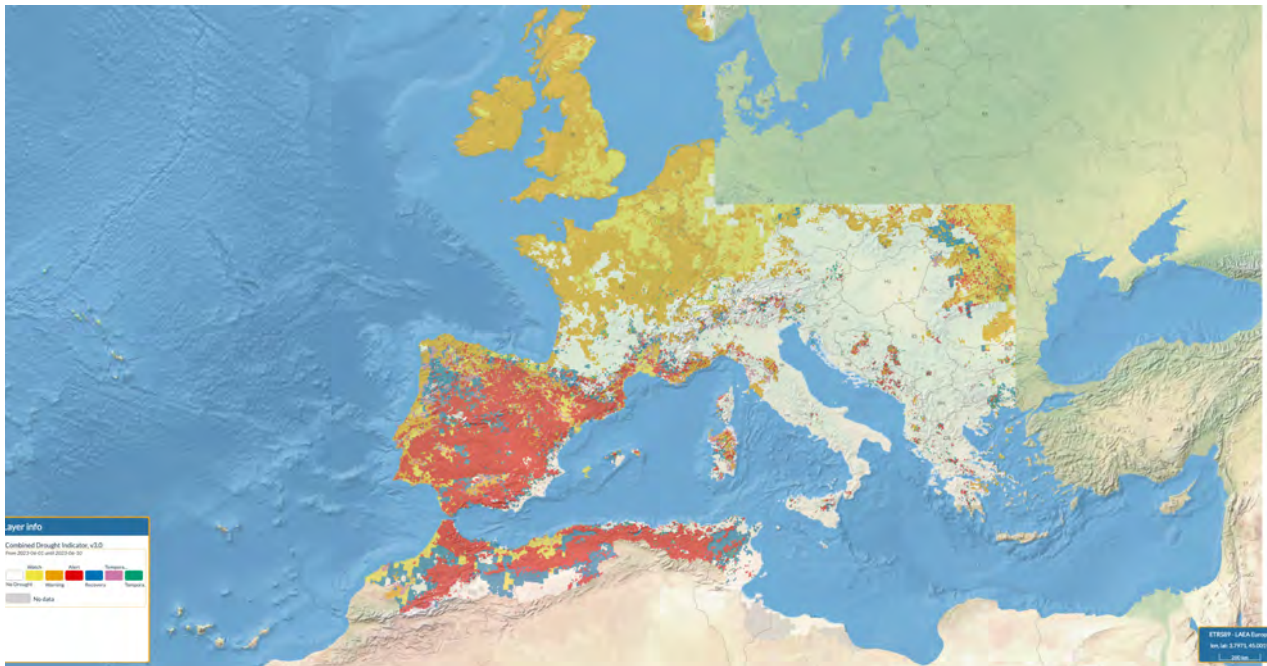
humana cuando se combina con el calor (ver sección 3.1 de este informe). En general, será preciso tomar medidas en todo el país para asegurar que los entornos urbanos densamente poblados puedan asegurar buenas condiciones de salud y bienestar humano, que estén mejor protegidos frente a las amenazas de eventos meteorológicos extremos como inundaciones por la subida del nivel del mar y por lluvias torrenciales (inundaciones repentinas) o como las olas de calor.

3.2.1 El efecto isla de calor: el caso de estudio de Barcelona

Las ciudades suelen carecer tanto de espacios verdes que absorban las lluvias como de árboles que ofrezcan sombra y enfriamiento evaporativo. Un estudio en 101 ciudades de Asia y Australia mostró que los núcleos urbanos eran entre 3 °C y 4 °C más calientes que las zonas rurales de los alrededores (Santamouris, 2015), un fenómeno descrito como «efecto isla de calor». Son muchos los factores que favorecen las islas de calor, por ejemplo: (i) el calor que queda atrapado en los edificios durante el día y que se libera de noche; (ii) el calor producido por los coches, camiones o fábricas; (iii) los edificios altos que impiden la ventilación; (iv) las superficies duras y secas, como las aceras, que retienen el calor; (v) las superficies duras que no retienen la humedad que podría enfriar la zona mediante la evaporación (Martin-Vide y Carmen Moreno-García, 2020). El impacto del efecto isla de calor se puede agravar

especialmente durante las noches calurosas. Los ciudadanos normalmente prefieren dormir en un ambiente fresco, por lo que emplean aparatos de aire acondicionado, que emplean energía y generan calor, lo que se suma al problema general (Salamanca et al., 2014).

En un estudio realizado en Barcelona sobre el efecto isla de calor (Martin-Vide y Carmen Moreno-García, 2020) se registró una temperatura media nocturna del aire en la ciudad de Barcelona casi 2 °C por encima del punto de referencia del aeropuerto de la ciudad. El aeropuerto se considera un observatorio no urbano adecuado dadas su altitud y distancia de la ciudad. Se analizaron datos de un periodo de diez años (2004 - 2013). La mayor discrepancia en la temperatura entre las zonas urbanas y las no urbanas fue de 7,4 °C un día de febrero de 2012, lo que, según los autores, podría obedecer a que el tiempo durante esa estación tiende a ser seco y las noches, tranquilas. En el 90 % de los días analizados (se obtuvieron datos de casi todos los días de ese periodo de diez años), la temperatura de la ciudad fue igual o superior que la del lugar de referencia, lo cual puso de manifiesto la incidencia del efecto isla de calor. El aumento de la temperatura del aire en las ciudades, sobre todo en aquellas con una disposición compacta de edificios y escasos parques (como Barcelona), es especialmente preocupante cuando se producen olas de calor. En las décadas venideras, dado el aumento previsto de la frecuencia y la intensidad de los fenómenos de calor extremo por culpa del cambio climático, nos enfrentamos



Mapa sequía en Europa. Observatory. <https://edo.jrc.ec.europa.eu/tumbo/edo/map/>

a un incremento significativo del riesgo para la salud humana, agravado por el efecto isla de calor. Según los autores, la solución más efectiva es reverdecer las ciudades. Asimismo, proponen reducir el tráfico y la contaminación del aire urbano, además de promover el uso de energía de fuentes renovables.

Todas las ciudades españolas que sustituyen la vegetación natural por edificios y construcciones urbanas hechas con materiales como el ladrillo, el asfalto y el cemento corren el riesgo de que el efecto isla de calor persista y se agrave. Es probable que el efecto general se vea acentuado por fenómenos meteorológicos extremos relacionados con el clima, como las olas de calor (Román López et al., 2017).

3.3 La sequía

Si continúa el calentamiento global, se prevé una pérdida generalizada de la humedad del suelo en España (Véase: IPCC 2023, Figura SPM.2).

En el caso de Europa meridional, conforme el calentamiento global se acerque a los 2 °C por encima del periodo de referencia (1850-1900), más de un tercio de la población empezará a sufrir escasez de agua, con riesgo de sequías agrícolas y ecológicas más frecuentes y/o intensas

"En los escenarios de mayores emisiones, se esperan sequías diez veces peores que las actuales."

(Ali et al., 2022; IPCC, 2022). La escasez de agua y los fenómenos extremos que conlleva, como la sequía, repercuten negativamente en los ecosistemas. Además, pueden reducir la superficie de ciertos hábitats y frenar el ritmo de crecimiento de los árboles y de otras plantas. La superficie forestal (aumentada por el abandono del medio rural) sufre los impactos del cambio climático generando un territorio más seco, caliente y más proclive a arder. Los terrenos más secos aumentan el riesgo de erosión y de incendios descontrolados (Ali et al., 2022 en CCP4.1.2).

La península Ibérica experimentó un invierno especialmente seco entre 2021 y 2022, año en que la región mediterránea en general sufrió un déficit de precipitaciones (OMM, 2023). A medida que la superficie terrestre se calienta, las precipitaciones o el agua de los humedales y embalses se evaporan a mayor velocidad, lo que puede agravar

la sequedad del suelo o la aridez. La desecación de los suelos hace que aumente el riesgo de que la producción y el rendimiento agrícola descienda (Arias et al., 2021 en Cuadro TS.6, AR6 GTI).

Las proyecciones climáticas futuras coinciden en que las ciudades del sur de Europa —incluyendo varias regiones españolas— sufrirán un aumento de los periodos de sequía en todos los casos y un clima radicalmente distinto en los casos de mayor impacto, con sequías que en el futuro serán diez veces peor que las de nuestro pasado reciente (Guerreiro et al., 2021).

3.4 Seguridad agrícola, alimentaria e hídrica

Como se señala en otras partes de este informe, el cambio climático en la región mediterránea —y por tanto en España— han provocado un aumento de las temperaturas en la región, así como del riesgo de sequías y de fenómenos meteorológicos extremos. Estos cambios —en concreto en las proyecciones de los patrones de lluvias y en el reabastecimiento de los recursos subterráneos— tendrán cada vez más repercusiones en los rendimientos agrícolas (tanto para cultivos de secano como para los de regadío).

Por ejemplo, se prevé que los rendimientos de la aceituna en el futuro (2041-2070) se vean reducidos entre un 15 y un 20 % en

muchas regiones de España, como Andalucía, Extremadura y Castilla-La Mancha (Fraga et al., 2020). Este es el caso de escenarios de emisiones altas e intermedias. Se esperan descensos similares en el rendimiento de otros cultivos de importancia financiera (p. ej., de trigo o girasol) en el sur de España (Abd-Elmabod et al., 2020)

El sector agrícola depende en gran medida de los recursos naturales, sobre todo, de la tierra y el agua, cada vez más amenazados por el cambio climático. Los recursos hídricos de España también se ven sometidos al aumento de la demanda por parte de otros sectores, como el industrial, el urbano y el turístico.

El sector agrícola español se enfrenta a desafíos debido al cambio climático, pero también a cambios sociales, como los procesos de urbanización. Entre los retos climáticos para la cuenca mediterránea en su conjunto encontramos patrones climáticos cambiantes, aumento del riesgo de sequías y una subida previsible de la demanda de riego y una pérdida probable de suelos agrícolas fértiles (MedECC, 2020). En cuanto a los cambios sociales específicos para España, aparecen la despoblación rural, una comunidad agrícola envejecida y la diversificación de la economía

06/09/2022. Verín, Ourense, Galicia, España. La sequía del verano y comienzo del otoño pasados tuvo como consecuencia pueblos sin agua en localidades de toda España.

©Greenpeace/Pedro Armestre







rural, lo que a su vez pone en peligro el potencial para desarrollar un sistema agrícola sostenible.

Es preciso que se apliquen políticas que fomenten el desarrollo regional mediante el estímulo de prácticas agrícolas sostenibles que mejoren la producción, además de garantizar una gestión sostenible de los recursos naturales y, por ende, proteger la biodiversidad (Mili y Martínez-Vega, 2019). Para ello, las poblaciones rurales deben participar en el cambio del modelo, y se debe asegurar la estabilidad socioeconómica rural.

Para garantizar la seguridad alimentaria en el futuro será preciso adaptar el sector agrícola, pues los cambios en los patrones climáticos se están produciendo a un ritmo sin precedentes. La producción de cultivos y la cría de ganado se verán afectadas por la degradación del suelo y por la disponibilidad de agua, pero no son las únicas consecuencias. Por ejemplo, por culpa del cambio climático, los insectos transmisores de enfermedades y las plantas invasoras podrían ampliar su distribución geográfica, y los patrones climáticos afectarían a los polinizadores. Se trata de cambios que no se limitan a la región mediterránea, sino que tienen un alcance prácticamente mundial. Será, por tanto, esencial que recurramos a prácticas agrícolas ancestrales y que cultive-mos variedades (y razas ganaderas) resistentes a las variaciones del clima. La investigación de las variedades autóctonas y la lucha por preservar la diversidad genética deberían ser prioridades para facilitar una buena adaptación a estas condiciones cambiantes (FAO, 2015).

26/11/2021. Alcaudete, Jaén, Andalucía, España.

El 2 de noviembre de 2021 se decretó sequía oficialmente en la cuenca del Guadalquivir.

Andalucía sirve para mostrar algunos de los problemas del agua generalizados en otras regiones de nuestro país como la falta de lluvia, la contaminación, el despilfarro o el robo de agua.

La mala gestión del agua podría hacer escasear este recurso en las próximas décadas, siendo fundamental para nuestra supervivencia.

©Greenpeace/Pedro Armestre

3.5 Amenazas a la biodiversidad

Además de ser uno de los países con mayor biodiversidad de Europa (con presencia de cuatro de las nueve regiones biogeográficas de la Unión Europea), España pertenece a una zona considerada como uno de los veinticinco focos mundiales de biodiversidad. Esta gran diversidad biológica se refleja en una combinación de factores geográficos, además de en un gran número de especies endémicas.

España es el hogar de cerca de la mitad de las 142.000 especies animales que se calcula que viven en Europa (ClimateADAPT, 2021). Ahora mismo, se calcula que en torno al 30 % de los vertebrados de España y mil doscientas especies de plantas vasculares llevan décadas amenazadas: la biodiversidad ha sufrido un descenso significativo. Las aguas costeras españolas, además, poseen una gran biodiversidad, pero son posiblemente las que peor estado de conservación presentan. En todo caso, en comparación con otros países, hay grandes extensiones de matorrales, brezales

y pastizales que conservan un estado natural o seminatural. Por último, aunque su tamaño sea relativamente pequeño, los humedales son centros de diversidad biológica muy importantes en España (CBD, sin fecha). En este contexto tan variado, la tarea de identificar y documentar los efectos actuales y potenciales del cambio climático resulta sumamente compleja. Los sistemas terrestres del Mediterráneo no sólo son sensibles al calentamiento progresivo y a los eventos meteorológicos extremos, sino también a los cambios en la disponibilidad de agua. Según las previsiones, si no se adoptan medidas contundentes de mitigación, el cambio climático alterará los ecosistemas de una forma sin precedentes en los últimos diez mil años (Guiot y Kramer, 2016). Uno de los mayores riesgos identificados en España es el de la desertificación (Martinez-Valderrama et al., 2022).

3.5.1 El caso de los humedales de Doñana

Los cambios en los ecosistemas terrestres y acuáticos no solo se producen por el aumento de la aridez y de las temperaturas como

20/06/2023. Parque nacional de Doñana, Huelva. España Invernaderos en Almonte, Huelva ©Greenpeace/Pedro Armestre



consecuencia del cambio climático, sino también por prácticas agrícolas insostenibles que agotan las reservas de agua y deterioran la salud del suelo (p. ej., el uso extensivo de pesticidas). Estas tensiones se ven crudamente puestas de relieve con la situación actual de los humedales de Doñana. Doñana, situado en el suroeste de España, es uno de los mayores complejos de humedales de Europa occidental. Se encuentra en el delta del río Guadalquivir y abarca una red de marismas estacionales y de lagunas dunares abastecidas por acuíferos, además de unas tres mil lagunas temporales en depresiones arenosas durante los años lluviosos. Los humedales están rodeados de matorrales, de bosques de pinos y de un ecosistema dunar con zonas de cultivo. La hidrología de los humedales es muy estacional, con importantes variaciones interanuales. Si bien se calcula que originalmente tenía una extensión histórica de 180.000 hectáreas, se ha visto drásticamente reducida a las 32.000 hectáreas que quedan en la actualidad, mientras que el resto se ha desecado definitivamente o se destina a marismas cultivadas. La extensión del parque nacional (al que pertenecen los humedales) abarca, en la actualidad, 110.000 hectáreas.

Doñana tiene una biodiversidad única en Europa, con una combinación especialmente diversa de flora y fauna de Europa y de África, además de ser refugio y zona de alimentación de millones de aves migratorias. El estrés hídrico provocado por la extracción de aguas subterráneas a través de miles de pozos y el drenaje de las zonas pantanosas junto a la eutrofización suponen amenazas importantes para Doñana (Green et al., 2016). Prácticamente el 60 % de la red de balsas se perdió entre 1985 y 2018, y hay estudios que apuntan a que la explotación de los recursos subterráneos era insostenible (de Felipe et al., 2023). Además, según algunos estudios de simulaciones por ordenador, la recarga del acuífero de Almonte-Marismas —de suma importancia— podría reducirse de forma significativa con el cambio climático (Guardiola-Albert y Jackson, 2011).

Se puede tener una clara idea de adónde podrían llevarnos a la larga el aumento de la evaporación, el incremento de los fenómenos meteorológicos extremos (tanto húmedos como secos) y la disminución de las precipitaciones a partir de los



18/04/2023 Parque Nacional de Doñana, Huelva, Andalucía, España. Plantaciones de fresas, en las proximidades del Parque Nacional de Doñana, uno de los emblemas españoles de la mala gestión del agua. Cada vez tendremos menos agua, así que la poca que tenemos, deberíamos protegerla. Lejos de eso, el parque padece numerosos problemas (sequía, contaminación, exceso de regadíos, pozos ilegales...) y las administraciones están actuando con negligencia (el propio Tribunal de Justicia de la Unión Europea ya condenó a España en 2021 por incumplir la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) y la Directiva Hábitat (92/43/CEE).

© Greenpeace/Pedro Armestre

informes gubernamentales del año hidrológico 2021-2022 (ICTS, 2023), que se vio claramente marcado por la sequía y la ola de calor que se produjeron en Europa. Las precipitaciones fueron muy bajas, lo que se tradujo en uno de los años más secos de los últimos cuarenta tras una racha de cuatro años secos. En agosto de 2022, se registró un récord de temperaturas altas en el parque con una marca de 46,3 °C, y la temperatura media anual fue de 18,5 °C. La laguna de Santa Olalla, la última de las lagunas permanentes, se secó en un momento en que el hidroperiodo general en todo el parque era muy corto. Por consiguiente, las cifras registradas de aves acuáticas invernantes fue la segunda más baja de la historia. Las cifras de conejos, una presa clave del parque, también descendieron a uno de los niveles más bajos de la serie histórica. Parece que los biodiversos humedales de Doñana, de importancia mundial, están sometidos a múltiples presiones por la explotación insostenible de las aguas subterráneas y las presiones hidrológicas cada vez más graves provocadas por el cambio climático. La supervivencia de los humedales y de una biodiversidad rica en un futuro marcado por el cambio climático parece cada vez más incierta.

27/08/2021. Navalacruz, Ávila, Castilla y León, España.

Bomberos forestales y vecinos de la zona observan las llamas en el incendio forestal de Navalacruz, en Ávila donde se han visto afectadas casi 22.000 hectáreas.

© Pedro Armestredo Armestre



3.6 Los incendios forestales

La temporada de incendios de 2023 en España comenzó temprano, con un gran incendio en Villanueva de Viver (Castellón) a finales de marzo (NASA, 2023). El incendio provocó la evacuación de 2.000 personas de municipios de Castellón y Teruel debido a la proximidad de las llamas. Parece ser que los principales factores que contribuyeron a su aparición los encontramos en los tres años anteriores de escasez de lluvias, sumados a los vientos fuertes que avivaron las llamas. A este le siguió un incendio provocado en el norte de Extremadura que una vez más se vio azuzado por vientos fuertes y obligó a evacuar tres pueblos (Jones, 2023). Esto sucedió al tiempo que España registraba el mes de abril más caluroso y seco de su historia (WWA, 2023), de manera que parte de los fenómenos de calor extremo habría sido casi imposible sin la influencia del cambio climático antropogénico. En 2022, un año de olas de calor y de sequía, la temporada de incendios fue la peor en más de una década. Si bien en enero ya hubo una gran cantidad de incendios relativamente pequeños, los mayores daños se produjeron en los meses de verano, con más de 300.000 hectáreas quemadas (EFFIS, 2023), de las cuales unas 135.000 se encontraban

en la red Natura 2000. Varios biomas se vieron afectados y tan solo en el mayor incendio se quemaron más de 30.000 hectáreas. Aunque el número de incendios había descendido de forma considerable entre 2009 y 2018 (Fernandez-Anez, et al., 2021), parece que desde 2018 se ha producido un aumento progresivo de estas cifras. La excepción se encuentra en 2017, cuando ardieron 130.000 hectáreas, año que también coincidió con altas temperaturas del aire y con una precipitación anual baja en España. En 2018, ardieron unas 12.000 hectáreas, cifra que se elevó a 84.000 en 2021 hasta alcanzar valores casi sin precedentes en 2022 (San-Miguel-Ayán et al., 2023). La tendencia parece mantenerse en 2023: la superficie total de unas 66.000 hectáreas quemadas en mayo de 2023 fue aproximadamente el 81 % de la media anual entre 2006 y 2022 (EFFIS, 2023), mientras que la extensión de los incendios superiores a 30 hectáreas fue más de 1,5 veces superior a la media anual registrada durante el mismo periodo.

Según estudios realizados en Galicia, que representa el 6 % del área territorial de España pero que registra el 40 % de los incendios, la mayor parte de los incendios (el 99 %) tienen causas humanas, y alrededor del 75 % son provocados. La mayoría de los incendios se producen para eliminar la vegetación, mientras

que los incendios provocados constituyen una proporción relativamente baja, pero no por ello menos significativa (Calviño-Cancela & Cañizo-Novelle, 2018). El descenso de las actividades agrícolas y rurales (el abandono rural y el declive poblacional), derivado del cambio socioeconómico, ha motivado un aumento en las cantidades de combustible capaces de alimentar los incendios a medida que la tierra está más frondosa y menos trabajada. Además, existen empleos tradicionales del fuego en la gestión agrícola y silvícola, así como en la ganadería. Por otro lado, debido al cambio climático, las condiciones meteorológicas de alto riesgo ahora son mayores y cuentan con un menor carácter estacional. En conjunto, parece que el cambio climático y los fenómenos meteorológicos extremos han provocado un aumento de la intensidad de los incendios, de sus repercusiones posibles y de la dificultad en extinguirlos (De Diego et al., 2023). Los grandes incendios forestales pueden tener consecuencias enormes en los ecosistemas y en la fauna que vive en ellos (Garces y Pires, 2023).

Son muchos los factores que contribuyen a la aparición de los incendios forestales en España. Según parece, uno de los detonantes es el clima mediterráneo predominante. Las frecuentes sequías anuales e interanuales que suceden

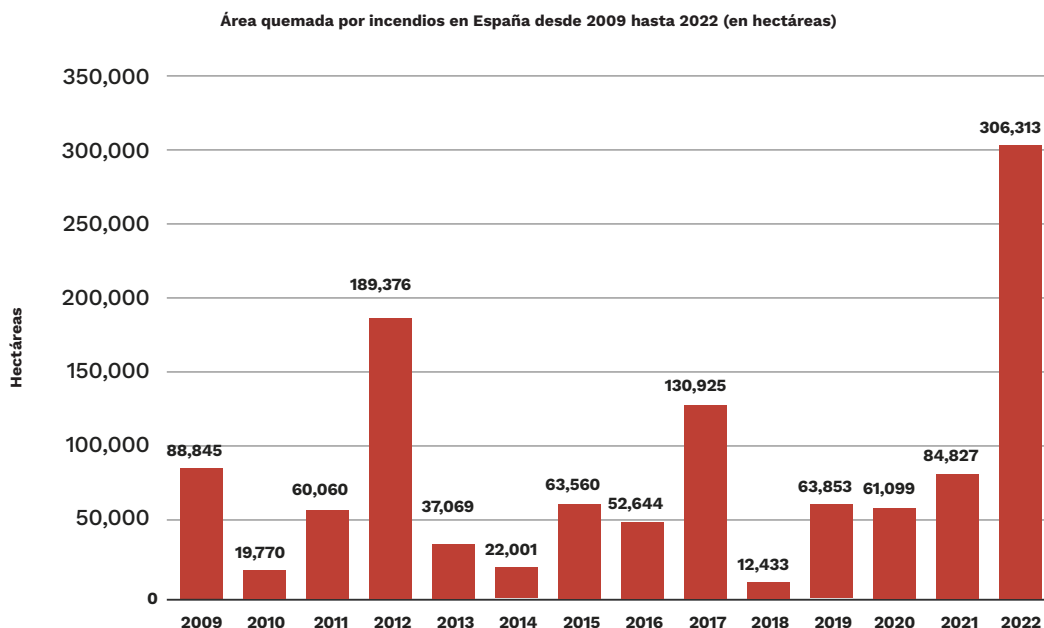
durante el verano implican que la vegetación se ha vuelto más inflamable en amplias zonas del país. Si a esto se añaden los cambios socioeconómicos de las últimas décadas, que han favorecido la acumulación de material combustible susceptible de provocar incendios descontrolados, aunque hayan podido mejorar las respuestas de emergencia y las medidas de gestión y prevención de riesgos, el peligro de que se produzcan incendios de gran magnitud e intensidad ha aumentado (San-Miguel-Avanz, 2023).

A falta de una mitigación efectiva del cambio climático, se prevé que España continúe volviéndose cada vez más cálida y árida. Las estaciones estarán cada vez menos definidas y se alargará la temporada de incendios (ver World Bank, 2023). Inevitablemente, todo esto se traducirá en un aumento del número de incendios forestales y de su intensidad.

Los datos del Sistema Europeo de Información sobre Incendios Forestales (<https://effis.jrc.ec.europa.eu/about-effis>) recogen el número de hectáreas quemadas en incendios forestales en España a lo largo de los últimos catorce años (Fig. 1). 2017, año en el que ardieron 130.000 hectáreas, también registró la mayor temperatura media anual de los últimos doce años hasta 2019,

Fig. 1 | Hectáreas que ardieron en incendios forestales en España, 2009-2022.

Fuente: Sistema Europeo de Información sobre Incendios Forestales «Superficie quemada en España por incendios forestales de 2009 a 2022 (en hectáreas)». Gráfico. 22 de agosto de 2022. Statista. Consultado el 14 de mayo de 2023. <https://www-statista-com.ezproxy.lancs.ac.uk/statistics/1265354/area-burned-by-wildfire-in-spain>.



además de la menor media de precipitación anual en ocho años hasta 2020. Un año más tarde, en 2018, hubo menos incendios forestales, lo que podría deberse a la quema extensiva del año anterior; sin embargo, 2018 también tuvo la mayor media de precipitación anual en ocho años hasta 2020 y una temperatura media anual ligeramente inferior a la del año anterior.

4.0 Las islas Canarias

El clima en las islas Canarias difiere del de la España peninsular, de modo que los cambios climáticos descritos en el informe que afectan a la península no son aplicables; las islas Canarias tienen un clima subtropical y árido, sin grandes fluctuaciones de temperatura durante todo el año y con precipitaciones irregulares. Las islas dependen en gran medida del transporte marítimo para la mercancía, y el sector turístico atrae en torno a doce millones de visitantes cada año, lo que representa cerca del 85 % del valor añadido bruto del archipiélago (Leon et al., 2021).

Según algunos estudios que emplean modelos climáticos, las islas Canarias podrían sufrir un aumento de la intensidad y de la duración de la sequía para finales del siglo XXI en comparación con los datos de principios de siglo. Además, se prevé que los cambios en las condiciones climáticas se agraven a mayor altitud (Carillo et al., 2022).

Se espera que los cambios del clima —la subida de la temperatura del aire, el aumento del nivel del mar y los cambios en las precipitaciones— afecten a los sectores del turismo, de las infraestructuras y de la energía en las islas Canarias. Un aspecto fundamental que tener en cuenta a la hora de elaborar previsiones para islas como las Canarias es que puede haber imprecisiones debido a que los modelos climáticos se aplican por lo general a grandes regiones geográficas, y no cubren de forma adecuada regiones relativamente más pequeñas como las islas. Las previsiones de Leon et al. (2021) para dos escenarios de futuro en las islas Canarias contemplan un panorama de bajas emisiones —donde el aumento de la temperatura del planeta se sitúa por debajo de los 2 °C— y un panorama de altas emisiones.

Ante un escenario en el que las altas temperaturas se sumen a la humedad, hemos de preocuparnos por la salud humana, pues la combinación de ambos factores supone una amenaza para la vida. El cambio climático puede provocar un aumento en el número de días de calor y humedad; el índice Humidex es un parámetro que sirve para medir tales condiciones. En un estudio de Leon et al. (2021) se empleó, para la comparación entre los panoramas de bajas y de altas emisiones en las islas Canarias, un índice Humidex por encima de los 35 °C (por debajo de esas condiciones, el individuo sentirá malestar y se le recomienda evitar cualquier esfuerzo extremo). Para finales del siglo XXI, en un escenario de bajas emisiones, se prevé que casi trece días alcancen los 35 °C de Humidex; mientras que en un escenario de altas emisiones, se prevé que setenta y cinco días alcancen los 35 °C de Humidex. Las repercusiones no solo las notarán los habitantes de las islas Canarias, sino que además afectará a los ingresos del sector turístico. Otros perjuicios para las islas Canarias son la subida media del nivel del mar, que se prevé que oscile entre los 27 y los 75 cm en escenarios de bajas y de altas emisiones respectivamente para finales de siglo con respecto al periodo de referencia (1986–2005). Basándonos en unas condiciones medias, a finales de siglo (2081–2100), el aumento del nivel del mar se correspondería con una pérdida de la superficie de las playas de en torno al 48 % en un escenario de bajas emisiones, pero prácticamente el doble, con una pérdida del 80 % de la superficie de las playas, en un escenario de altas emisiones (Leon et al., 2021).

La urgencia y la importancia de alcanzar los objetivos climáticos son evidentes cuando se tienen en cuenta las posibles repercusiones naturales y socioeconómicas para el archipiélago canario.

09/05/2018. Barrio de El Guro en el Cercado, La Gomera, Islas Canarias, España. El incendio de 2012 afectó esta zona y en el barrio de El Guro se quemaron varias casas. Cientos de personas quedaron atrapadas en el puerto cuando el fuego recorrió en descendente, en menos de una hora, todo el valle alimentado por los vientos catabáticos.

© Greenpeace/Pedro Armestre



El calentador está encendido...

El **cambio climático** ya es una realidad en España. A **nivel global**, la **temperatura media anual está 1.27 °C** por encima de la media preindustrial. Sin embargo, la evolución de la temperatura mediterránea se dispara a un calentamiento de 2°C para mediados de siglo, las consecuencias para España están preocupantemente cerca. La fase de preparación para el cambio climático ha pasado; **ahora debemos trabajar para prevenir que los escenarios más graves se hagan realidad.**

Situación actual a 1,27 °C de calentamiento global

Sequía y lluvia

El año 2022 fue el más cálido registrado en España. El agua para la agricultura contribuyó a un estrés hídrico extremadamente alto en las cuencas de los ríos Duero, Tago y las cuencas internas de Cataluña.

Olas de calor y temperatura

Montoro, en la provincia de Córdoba, registró una temperatura récord nacional de 47,4 °C el 14 de agosto de 2021.

Grandes incendios forestales

En 2022, los incendios forestales en España arrasaron más de 300.000 hectáreas.

Olas de calor marinas

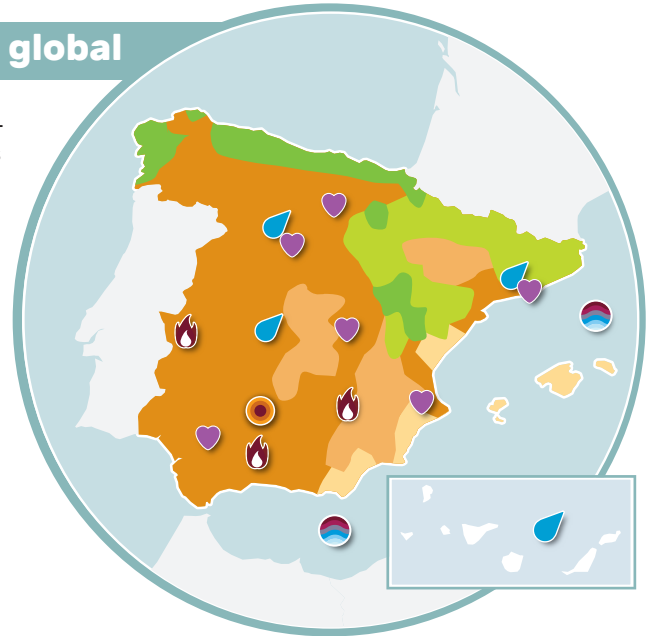
Desde la década de 1980, la temperatura promedio de la superficie del mar Mediterráneo ha aumentado hasta 0.4 °C por década, con periodos más largos e intensos de agua anormalmente cálida.

Urbanismo y salud humana

La Organización Mundial de la Salud estima que en España el estrés por calor contribuyó a más de 4.000 muertes adicionales en 2022. El efecto isla de calor de las ciudades es un gran problema de salud.

Fuente del mapa: IPCC (2023) AR6 WGII, Fig. 13.7. Mapa de referencia = 1995–2014. Mapa futuro = 2076–2100 con un calentamiento global de aproximadamente 4°C.

Desierto y semiárido (caliente) Desierto y semiárido (frío) Mediterráneo Subtropical húmedo Templado oceánico



Tendencias futuras en un mundo cada vez más caliente e inflamable

Sequía y lluvia

Se espera que los procesos de **desertificación** se extiendan hacia el **interior de la península** desde el sureste, combinado con **periodos más intensos de lluvia** que aumentan los **riesgos de inundaciones locales**.

Olas de calor y temperatura

con un aumento de la temperatura media anual mundial de 1,5 °C, se prevé que **el día más caluroso de España** sea unos **2 °C más caluroso** que el día más caluroso que tuvo lugar entre 1850 y 1900.

Grandes incendios forestales

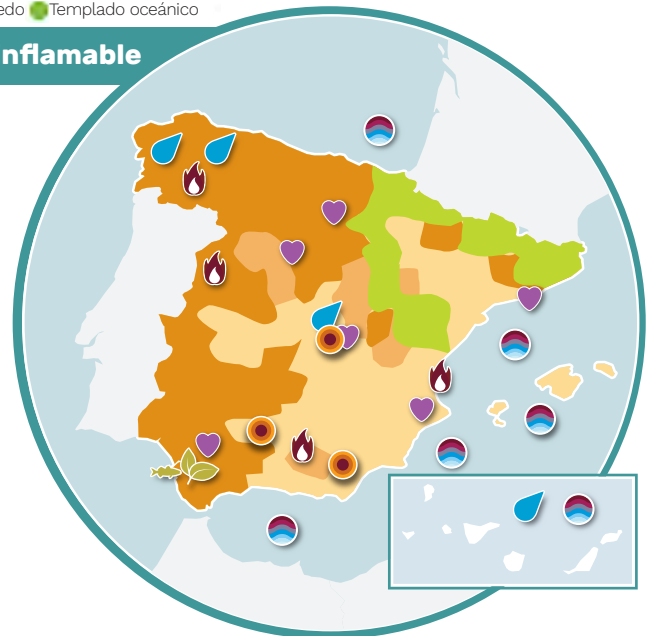
Alto riesgo de propagación debido al aumento de **aridez**, las sequías prolongadas y **ausencia de gestión forestal** por el abandono rural. Riesgos adicionales por la **expansión urbana** sobre espacios naturales e **incendios provocados**.

Olas de calor marinas

se prevé que la **temperatura media de la superficie del mar** Mediterráneo **aumente entre 1,8 °C y 3,5 °C** para 2100, lo que sería perjudicial para la biodiversidad.

Biodiversidad

La **supervivencia** de los **humedales de Doñana**, de importancia internacional, es incierta debido al uso insostenible de las aguas subterráneas para la agricultura, la evaporación y las escasas precipitaciones. El **60 %** de la red de lagunas ya **se ha perdido desde 1985**, debido a la actividad humana y al cambio climático.



Islas Canarias

Se prevé que **aumente** la **sequía**, el **calor** y el **nivel del mar**.

¿Qué podemos hacer?

Transitar mucho más rápido de los combustibles fósiles a las energías renovables.

Establecer sistemas de alerta temprana para detectar y alertar a los ciudadanos sobre los riesgos para la salud de los fenómenos meteorológicos extremos.

Promover ciudades más verdes para mitigar el impacto del efecto isla de calor.

Mejorar la gestión forestal y los planes de prevención de incendios, y controlar la extracción de agua subterránea

6.0 CONCLUSIONES



8/10/2019. La Losa, Segovia, Castilla y León, España.

Las actividades agrícolas y ganaderas son las primeras que están sufriendo los efectos de la falta de precipitaciones.

© Greenpeace/Pedro Armestre

Es imperativo que frenemos las emisiones de combustibles fósiles de inmediato y que emprendamos todas las medidas que estén en nuestra mano para limitar el aumento previsto de las temperaturas del planeta. España no será el único país afectado: el calentamiento climático es global, y requiere medidas urgentes y un esfuerzo común. Las opciones de adaptación serán menos efectivas si sigue aumentando el calentamiento, y la reducción de la eficacia se produce a partir de los 2 °C de calentamiento. Dicho de otro modo, las medidas para reducir los riesgos climáticos en un sector concreto (como el de la agricultura, la energía, los ecosistemas o el silvícola, por ejemplo) son más efectivas si la temperatura media anual no excede los 1,5 °C, ya que cuanto mayor sea el aumento de la temperatura media anual global, mayores serán las pérdidas y los daños que sufra el sistema. Siendo optimistas, la planificación a largo plazo, sobre todo si se tienen en cuenta las necesidades y las vulnerabilidades de toda la población, puede ayudarnos a gestionar ese riesgo. Un ejemplo de gestión de riesgos se podrá observar en las medidas de respuesta que se tomen frente al aumento del nivel del mar: el nivel del mar seguirá subiendo, pero la magnitud de ese aumento y las medidas de gestión, como el traslado de las comunidades costeras, dependerán de las emisiones de gases de efecto invernadero actuales y futuras (Lee et al., 2023, pp. 43-46). El diseño de infraestructuras, sobre todo en las zonas urbanizadas, ayudará a mitigar los efectos de los fenómenos meteorológicos extremos tales como las inundaciones repentinas (Zittis et al., 2021).

Se están llevando a cabo intentos para adaptarnos al cambio climático, pero dentro de estos intentos tenemos ejemplos de mala adaptación y de falta de adaptación. Se están emprendiendo algunas medidas de adaptación relacionadas con los suelos, tales como la producción sostenible de alimentos, una ordenación forestal mejor y más sostenible, la gestión del carbono orgánico del suelo, la conservación de los ecosistemas y la restauración de los suelos, la reducción de la deforestación y de la degradación forestal, así como la reducción de la pérdida y del desperdicio de alimentos, que pueden tener beneficios colaterales de mitigación (confianza alta). Cada vez, se encuentran más pruebas de falta de adaptación en varios sectores y regiones; por ejemplo, el empleo de riego de alto coste en zonas donde se prevé que las condiciones de sequía van a ser más intensas (IPCC SYR 2023, Informe completo).

El cambio climático es un multiplicador de amenazas, por lo que será fundamental tomar medidas que reduzcan las presiones de otras actividades humanas —como la contaminación química o la degradación física y la pérdida de ecosistemas— para aumentar la resiliencia de los sistemas y procesos naturales de los que dependen la fauna y los seres humanos. Mejorar la evaluación, seguimiento y el estudio de los ecosistemas de España, así como de las amenazas que se ciernen sobre ellos a causa de las diversas actividades humanas, permitirá contar con una base científica sólida a partir de la cual se mejorarán las proyecciones de los cambios futuros y se ayudará a diseñar estrategias que reduzcan los efectos y propicien un futuro más sostenible.

DEMANDAS Y RECOMENDACIONES DE GREENPEACE ESPAÑA



24/09/2021. Madrid, Comunidad de Madrid, España. Día de Acción Global por el Clima impulsado por Fridays for Future—Juventud por el Clima en España. La jornada exigió justicia frente a la emergencia climática y mostró el apoyo al llamado Juicio por el Clima que cuenta ya con más de 48.000 adhesiones; la denuncia ante el Tribunal Supremo presentada por Greenpeace y varias organizaciones contra el Gobierno por su falta de compromiso y ambición en la materia.

© Greenpeace/Pablo Blázquez

El camino que emprendamos tras el nuevo ciclo electoral tiene que conducirnos a una sociedad que **ponga en el centro el bienestar de las personas y el cuidado del planeta**. La ciencia nos dice que los siete años que quedan de esta década son absolutamente esenciales para actuar contra la emergencia climática y contra la pérdida de biodiversidad.

La medida fundamental para actuar, como indican claramente las conclusiones del informe, está en la mitigación, es decir la reducción de emisiones, debidas fundamentalmente a la quema de com-

bustibles fósiles, para evitar que el calentamiento global sobrepase el peligroso límite de 1,5 °C indicado por la ciencia y recogido en el Acuerdo de París. Para conseguir esa reducción de emisiones, Greenpeace España demanda una gran variedad de actuaciones, de las que aquí se recogen las más esenciales y urgentes. Además, y puesto que una parte del cambio climático está ya en marcha, es imprescindible acometer medidas de adaptación para minimizar los daños de esa parte del cambio climático que ya no podemos evitar, que se recogen aquí clasificadas según el impacto.

Demandas de mitigación del cambio climático

- **Reducir a cero las emisiones netas de gases de efecto invernadero para 2040** en toda la UE si no queremos vivir los peores efectos del cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Para conseguir el objetivo del Acuerdo de París, de un calentamiento máximo de 1,5 °C, España debe comprometerse, además, a una reducción de sus emisiones en 2030 del 55 % respecto a las emisiones de 1990. Debemos llegar a un sistema eléctrico eficiente, inteligente y 100% renovable en 2030 y un sistema energético totalmente descarbonizado en 2040.
- **No más dinero para el gas.** Detener las nuevas inversiones y subvenciones al gas y otros combustibles fósiles y, en su lugar, dedicar los recursos a financiar un plan de rehabilitación energética de todas las viviendas para reducir la demanda de gas.
- **No más barreras al autoconsumo y las comunidades energéticas.** Ni un pueblo, barrio o ciudad sin sus autoconsumos y comunidad energética, de iniciativa ciudadana o pública (independiente de corporaciones), para que toda la ciudadanía pueda beneficiarse del autoconsumo individual o colectivo o ser participe del desarrollo de energías renovables y de las soluciones para un uso eficiente de la energía, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las personas vulnerables.
- **Renovables por y para las personas.** El necesario despliegue de energías renovables para sustituir a los combustibles fósiles y a la energía nuclear, ha de realizarse de forma ordenada, participativa y respetuosa con la biodiversidad, mediante la definición participativa de las zonas no aptas para el desarrollo renovable (por su elevado valor ambiental) y de las zonas prioritarias para su implantación acelerada (por su cercanía a los puntos de consumo o por ser espacios de baja sensibilidad ambiental).
- **Transporte público asequible, accesible y atractivo.** Consolidar los actuales abonos como un esquema tarifario para el transporte público, integrado a nivel estatal, asequible a toda

la población y de carácter permanente, que incluya objetivos climáticos, reduciendo viajes contaminantes a favor del uso del abono único de transporte.

Demandas de adaptación al cambio climático

- **Implementar el Plan Nacional de Adaptación frente a las amenazas del cambio climático** con un presupuesto adecuado. Ir más allá de medidas arquitectónicas, e incluir soluciones de largo plazo basadas en la naturaleza con el objetivo de aumentar la resiliencia y mejorar los servicios ecosistémicos, las condiciones sociales y culturales y el potencial de mitigación.
- Realización de **más investigaciones y estudios de atribuciones** que permitan determinar si los eventos meteorológicos extremos están relacionados con el cambio climático y cuantificar su mayor probabilidad de ocurrencia en y para España.
- **Ampliar la protección y recuperación de ecosistemas y de especies hasta alcanzar al menos el umbral de un 30 % de la superficie terrestre y marina protegida para 2030.** Llevar a cabo los instrumentos preceptivos de ordenación y gestión. Igualmente, el Gobierno debe **apoyar la adopción urgente de un Reglamento de Restauración de la Naturaleza de la UE ambicioso** que sea adecuado para hacer frente a la doble crisis climática y de biodiversidad, asegurando la inclusión de objetivos sólidos y medidas efectivas, garantizando el no deterioro a largo plazo de los ecosistemas restaurados y teniendo en cuenta a los sectores que gestionan y usan el territorio.

Demandas para limitar las consecuencias del aumento de temperaturas y las olas de calor

- **Evaluación del cambio climático y especialmente de las olas de calor en especies amenazadas y en espacios protegidos.** Elaboración y ejecución de planes de adaptación frente a ello.

- Fomentar la **conectividad ecológica** (que facilite la conexión de seres vivos a ecosistemas con mejores condiciones), así como una mejor red de ecosistemas naturales que sirvan para amortiguar los impactos de las olas de calor a través de la planificación territorial y sectorial.
- Aprobar normativa que obligue a empresas y administraciones públicas a adaptar infraestructuras y edificios, así como a **evaluar y prevenir riesgos laborales asociados al cambio climático**, especialmente a las olas de calor y a las temperaturas anormalmente altas.
- **Impulsar una gestión forestal adaptativa para conformar paisajes con una diferente respuesta al fuego y su propagación** fomentando actividades como la ganadería extensiva que reduzcan la carga combustible. En otras situaciones la gestión debe optar por aumentar la resiliencia de las masas forestales favoreciendo la sucesión ecológica hacia estadios más maduros, permitiendo estructuras forestales más resilientes ante incendios forestales

Demandas para paliar sequía

- Reducir nuestra vulnerabilidad al riesgo de sequía, **aminorando la cantidad total de agua consumida, fundamentalmente por el regadío intensivo e industrial** al ser éste el mayor consumidor (80 % del total) estableciendo un plan para la reducción de la superficie de regadío intensivo e industrial.
- **Luchar contra el grave estado de sobreexplotación y contaminación que sufren nuestras aguas y prestar especial atención a las aguas subterráneas**, al ser reservas estratégicas y aún muy desconocidas y mejorar el control del uso ilegal del agua.
- Superar la política hidráulica tradicional, centrada en la ejecución de grandes obras, y **abordar una verdadera transición hidrológica que responda al actual contexto de cambio climático**.

Demandas sobre la prevención de incendios forestales

- **Intensificar la coordinación con las Comunidades Autónomas** en la prevención de incendios forestales, siguiendo las directrices y criterios comunes para la elaboración de los planes de prevención del Real Decreto Ley 15/2022.
- Establecer un **fondo presupuestario de apoyo a la prevención de incendios y gestión forestal** para poder fortalecer el trabajo de todas las administraciones y actores y así ayudar al cumplimiento de las obligaciones en materia de prevención de incendios forestales.

Demandas ante la intensidad de lluvias torrenciales e inundaciones

- **Aplicar el Artículo 28 del Plan Hidrológico Nacional**, que hace referencia al urbanismo expuesto a episodios de inundación y establece que el Estado debe "eliminar las construcciones y demás instalaciones situadas en dominio público hidráulico y en zonas inundables que pudieran implicar un grave riesgo para las personas y los bienes".
- **El riesgo de inundaciones debe estar incluido en todas las planificaciones urbanas y urbanísticas**. Tal y como indica la Ley 7/2021, de cambio climático y transición energética, todas las planificaciones deben considerar los riesgos derivados de los cambios en frecuencia e intensidad de fenómenos extremos asociados al cambio climático (incluyendo avenidas y ascenso del nivel del mar).
- **Prohibir la construcción de viviendas o infraestructuras y desclasificar los suelos urbanísticos en zonas inundables**.

Demandas ante el incremento de las olas de calor marinas

- **Protección de los ecosistemas marinos y costeros mediante el establecimiento de áreas marinas protegidas** en, al menos el 30 % de las aguas españolas para 2030, bien gestionadas pueden ayudar a conservar y proteger hábitats marinos de importancia ecológica y biológica. Desarrollar nuevas herramientas de monitoreo para pronosticar y controlar los brotes de enfermedades marinas. Proteger las zonas costeras vírgenes prohibiendo desarrollos pueden minimizar el daño de las inundaciones

y la erosión costera. Esto regulará las actividades humanas en estos hábitats y evitará la degradación ambiental.

- **Fortalecimiento de la investigación científica.** Tanto el gobierno central como los autonómicos deben aumentar las inversiones en investigación científica para medir y monitorear el calentamiento de los océanos y sus efectos en las especies y los sectores más afectados como la pesca y el turismo.
- **Mejorar la adaptación humana.** Los gobiernos deben cumplir las políticas existentes para mantener la producción pesquera siguiendo el rendimiento máximo sostenible de los distintos stocks pesqueros y estableciendo límites de captura precautorios basados en la ciencia, modernizando la flota para reducir las emisiones y eliminando subsidios perniciosos que solo aumentan la capacidad de la flota para así evitar la sobrepesca.



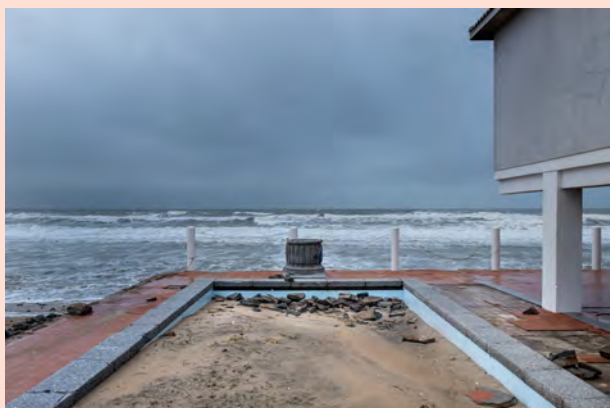
Arriba izquierda. 19/06/2023. El Saladillo, Murcia. España. Urbanización Camposol

Abajo izquierda. 09/03/2018. Lepe, Huelva, Andalucía, España. El temporal que azotó la costa de Huelva deja cuantiosos destrozos en La Antilla, Lepe.

Fotos ©Greenpeace/Pedro Armestre

04/08/2018. Madrigal de la Vera, Cáceres, Extremadura, España. En la imagen niños se bañan en una fuente de Madrigal de la Vera.

©Greenpeace/Angel Navarrete



Referencias bibliográficas

- Abd-Elmabod SK, Muñoz-Rojas M, Jordán A, et al (2020) Climate change impacts on agricultural suitability and yield reduction in a Mediterranean region. *Geoderma* 374:114453. doi: 10.1016/j.geoderma.2020.114453
- AEMET, 2020. Agencia Estatal de Meteorología: Nota técnica 32 de AEMET. Comportamiento de las precipitaciones en España y periodos de sequía (periodo 1961-2018). Spain: Madrid. Available from: https://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/NT32_AEMET/NT_32_Comportamiento_precipitaciones.pdf [Accessed March 3, 2023]
- Ali et al, 2022: Cross-Chapter Paper 4: Mediterranean Region. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 2233–2272, doi: 10.1017/9781009325844.021
- Anderson, B. G. & Bell, M. L. Weather-related mortality: how heat, cold, and heat waves affect mortality in the United States. *Epidemiol. 20*, 205–213 (2009).
- Arias, P. A., et al. Technical Summary. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 33–144. doi: 10.1017/9781009157896.002
- Calviño-Cancela, M. & Cañizo-Novelle, N. Human dimensions of wildfires in NW Spain: causes, value of the burned vegetation and administrative measures. *PeerJ* 6:e5657 (2018). DOI 10.7717/peerj.5657
- Carrillo, J., Hernández-Barrera, S., Expósito, F.J., Díaz, J. P., González, A. & Pérez, J. C. The uneven impact of climate change on drought with elevation in the Canary Islands. *njp Clim. Atmos. Sci.* 6, 31 (2023). doi: 10.1038/s41612-023-00358-7
- Casanueva A, Kotlarski S, Fischer AM, et al (2020) Escalating environmental summer heat exposure—a future threat for the European workforce. *Reg Environ Chang* 20:40. doi: 10.1007/s10113-020-01625-6
- CBD (undated). Convention on Biological Diversity Country Profiles: Spain. Main Details-Biodiversity Facts accessed 01/06/2023 Convention on Biodiversity. Available from: <https://www.cbd.int/countries/profile/?country=es>
- Cherif S., Doblas-Miranda E., Lionello P., Borrego C., Giorgi F., Iglesias A., Jebari S., Mahmoudi E., Moriondo M., Pringault O., Rilov G., Somot S., Tsikliras A., Vila M., Zittis G. (2020) Drivers of change. In: *Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean Assessment Report* [Cramer W, Guiot J, Marini K (eds.)] Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP, Marseille, France, pp. 59–180. DOI: 10.5281/zenodo.7100601
- ClimateADAPT (2015). Country Profiles: Spain: Biogeophysical Characteristics. Updated 165/03/2021. Accessed 01/06/2023. Available from: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/countries-regions/countries/spain>
- Dayan, H., McAdam, R., Juza, M., Masina, S. & Speich S. Marine heatwaves in the Mediterranean Sea: An assessment from the surface to the subsurface to meet national needs. *Front. Mar. Sci* 10 (2023). doi: 10.3389/fmars.2023.1045138
- De Diego, J., Fernandez, M., Rua, A. & Kline, J. D. Examining socioeconomic factors associated with wildfire occurrence and burned area in Galicia (Spain) using spatial and temporal data. *Fire Ecol.* 19, 18 (2023). <https://fireecology.springeropen.com/articles/10.1186/s42408-023-00173-8>
- Douville, H., Raghavan, K., Renwick, J., Allan, R. P., Arias, P. A., Barlow, M. et al. Water Cycle Changes. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2021*; Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1055–1210, <https://doi.org/10.1017/9781009157896.010>
- EFFIS (2023) EFFIS Estimates for European Union, European Forest Fire Information System. Publ JRC <https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.statistics/estimates> Accessed 05/06/2023
- ESA (2022) Mediterranean Sea hit by marine heatwave. Webpage published European Space Agency 22/09/2022 https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Mediterranean_Sea_hit_by_marine_heatwave
- De Felipe, M., Aragonés, D., & Díaz-Paniagua, C. Thirty-four years of Landsat monitoring reveal long term-effects of groundwater abstractions on a World Heritage Site wetland. *Sci. Total Environ.* 889, 163329 (2023). doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.163329
- FAO (2015). Food and Agriculture Organisation of the United Nations. Coping with climate change – the roles of genetic resources for food and agriculture. Rome.
- Fernandez-Anez, N. et al. Current Wildland Fire Patterns and Challenges in Europe: A Synthesis of National Perspectives. *Air, Water & Soil Res.* 14: (2021). doi: 10.1177/11786221211028185
- García-León D, Casanueva A, Standardi G, et al (2021) Current and projected regional economic impacts of heatwaves in Europe. *Nat Commun* 12:5807. doi: 10.1038/s41467-021-26050-z
- Garcés, A. & Pires, I. The Hell of Wildfires: The Impact on Wildlife and Its Conservation and the Role of the Veterinarian. *Conservation* 3, 96–108 (2023). doi: 10.3390/conservation301000
- Garrabou, J. et al. Marine heatwaves drive recurrent mass mortalities in the Mediterranean Sea. *Glob. Change Biol.* 28, 5708–5725 (2022). doi: 10.1111/gcb.16301
- Gasparrini, Y. et al. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: A multicountry observational study. *The Lancet*, 386, 369–375 (2015). DOI: 10.1016/S0140-6736(14)62114-0
- Green, A. J., Bustamante, J., Janss, G. F. E., Fernández-Zamudio, R. & Díaz-Paniagua, C. Doñana Wetlands (Spain). In: Finlayson, C., Milton, G., Prentice, R., Davidson, N. (eds) *The Wetland Book* (2016). Springer: Dordrecht. doi: 10.1007/978-94-007-6173-5_139-1
- Guardiola-Albert, C. & Jackson, C. R. Potential impacts of climate change on groundwater supplies to the Donana wetland, Spain. *Wetlands* 31, 907–920 (2011).
- Guerreiro SB, Dawson RJ, Kilsby C, et al (2018) Future heat-waves, droughts and floods in 571 European cities. *Environ Res Lett* 13:34009. doi: 10.1088/1748-9326/aaad3
- Guiot, J. & Kramer, W. Climate Change: The 2015 Paris Agreement thresholds and Mediterranean basin ecosystems. *Science* 354, 465–468 (2016).
- Haustein, K., Allen, M.R., Forster, P.M. et al. A real-time Global Warming Index. *Sci. Rep.* 7, 15417 (2017). Doi: 10.1038/s41598-017-14828-5

- Hopp, S., Dominici, F. & Bobb, J. F. Medical diagnoses of heat wave-related hospital admissions in older adults. *Prev. Med.* 110, 81–85 (2018). DOI: 10.1016/j.ypmed.2018.02.001
- ICTS (2023). Programa de Seguimiento de Procesos Naturales. Espacio Natural de Doñana. Memoria 2022 Publ. CSIC – Estación Biológica de Doñana (EBD). Available from (in Spanish): <https://digital.csic.es/handle/10261/287933>
- IPCC, 2023. Intergovernmental Panel on Climate Change. Sixth Assessment Report. *Climate Change 2023. Synthesis Report. Summary for Policymakers*. Published March 2023. Available from https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf [Accessed March 20, 2023]
- IWWA (2023). Extreme April heat in Spain, Portugal, Morocco & Algeria almost impossible without climate change. *Publ World Weather Attribution*. Imperial College London. 11pp. doi: 10.25561/103833
- Izquierdo, P., Rico, J. M., Taboada, F. G., Gonzalez-Gil, R. & Arrontes, J. Characterization of marine heatwaves in the Cantabrian Sea, SW Bay of Biscay. *Estuar. Coastal. Shelf Sci.* 274, 107923 (2022). doi: 10.1016/j.ecss.2022.107923
- Jones, S. 2023. 'Spain puts limits on air conditioning and heating to save energy' Published online by The Guardian on August 2, 2022. Available from: <https://www.theguardian.com/world/2022/aug/02/spain-puts-limits-on-air-conditioning-and-heating-to-save-energy> [Accessed May 31, 2023].
- Jones, S. 2023. 'Villages evacuated as 'very large' wildfire ravages south west Spain' Published online by The Guardian on May 19, 2023. Available from: <https://www.theguardian.com/world/2023/may/19/villages-evacuated-wildfire-ravages-south-west-spain-extremadura> [Accessed June 5, 2023].
- Josey, S. A. & Schroeder, K. Declining winter heat loss threatens continuing ocean convection at a Mediterranean dense water formation site. *Environ. Res. Lett.* 18, 024005 (2023). DOI 10.1088/1748-9326/aca9e4
- Lee, H. et al. Synthesis Report (SYR) of the Intergovernmental Panel on Climate Change Sixth Assessment Report (AR6) (2023). Long Report. Published March 2023. Available from: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf [Accessed May 22, 2023].
- Leon et al. (2021). Downscaling climate change impacts, socio-economic implications and alternative adaptation pathways for islands and outermost regions. Madrid: McGrawHill. doi: 10.5281/zenodo.5141549
- Levy, K., Woster, A.P., Goldstein, R.S. & Carlton, E.J. Untangling the Impacts of Climate Change on Waterborne Diseases: a Systematic Review of Relationships between Diarrheal Diseases and Temperature, Rainfall, Flooding, and Drought. *Environ. Sci. Technol.* 50, 4905–4922 (2016). DOI: 10.1021/acs.est.5b06186
- Luque, P., Gómez-Pujol, L., Marcos, M. and Orfila, A. (2021) Coastal Flooding in the Balearic Islands During the Twenty-First Century Caused by Sea-Level Rise and Extreme Events. *Front. Mar. Sci.* 8:676452. doi: 10.3389/fmars.2021.676452
- McGrath, M. & Hedgecoe, G. BBC News published online on April 27, 2023. 'Climate change: Spain breaks record temperature for April.' Available at: <https://www.bbc.co.uk/news/science-environment-65403381> [Accessed May 12, 2023].
- Martin-Vide, J. & Carmen Moreno-García, M. Probability values for the intensity of Barcelona's urban heat island (Spain). *Atmos. Res.* 240, 104877 (2020). ISSN 0169-8095, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.104877>
- Martínez-Valderrama, J., Guirado, E. & Maestre, F. T. Unraveling misunderstandings about desertification: the paradoxical case of the Tabernas-Sorbas basin in Southeast Spain. *Land* 9, 269 (2020). doi: 10.3390/land9080269
- Martínez-Valderrama, J., del Barrio, G., Sanjuan, M. E., Guirado, E. & Maestre, F. T. Desertification in Spain: A sound diagnosis without solutions and new scenarios. *Land* 11, 272 (2022). doi: 10.3390/land11020272
- MedECC (2020). Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean Assessment Report [Cramer, W., Guiot, J., Marini, K. (eds.)] Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP, Marseille, France, 632pp, ISBN 978-2-9577416-0-1, doi: 10.5281/zenodo.4768833
- Mili, S. & Martínez-Vega, J. Accounting for Regional Heterogeneity of Agricultural Sustainability in Spain. *Sustainability* 11, 299 (2019) doi: 10.3390/su11020299
- Mora, C., Dousset, B., Caldwell, I. et al. Global risk of deadly heat. *Nat. Clim Change* 7, 501–506 (2017). DOI: 10.1038/nclimate3322
- NASA (2023). A raging fire in Spain. United States National Aeronautics and Space Administration Earth Observatory, March 27 2023. Available from: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/151145/a-raging-fire-in-spain> [Accessed June 5, 2023].
- NHS, 2020. United Kingdom National Health Service website public information and advice: High temperature (fever) in adults. Available at: <https://www.nhs.uk/conditions/fever-in-adults/> [accessed May 14, 2023].
- Pastor, F. & Khodayar, S. Marine heat waves: Characterizing a major climate impact in the Mediterranean. *Sci. Total Environ.* 861, 160621 (2023). doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.160621
- Pathak, M., et al. (2022) Technical Summary. In: *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.002
- Perkins, S. E. A review on the scientific understanding of heatwaves – Their measurement, driving mechanisms, and changes at the global scale. *Atmos. Res.* 164–165, 242–267 (2015).
- Perkins-Kirkpatrick, S.E. & Gibson, P.B. Changes in regional heatwave characteristics as a function of increasing global temperature. *Sci. Rep.* 70, 12256 (2017).
- Pörtner, H.-O. et al. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. (2021). In Press. Available from: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>

Raymond, C., Matthews, T. & Horton, R. M. The emergence of heat and humidity too severe for human tolerance. *Sci. Adv.* 6, eaaw1838 (2020). DOI: 10.1126/ sciadv.aaw1838

Román López, E., Gómez Muñoz, G., & De Luxán García de Diego, M. (2017). Urban heat island of Madrid and its influence over urban thermal comfort. In P. Mercader-Moyano (Ed.), *Sustainable Development and Renovation in Architecture, Urbanism and Engineering* (pp. 415-425). Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-51442-0_34

Royal Society, The (2020). How does climate change affect the strength and frequency of floods, droughts, hurricanes, and tornadoes? Available at: <https://royalsociety.org/topics-policy/projects/climate-change-evidence-causes/question-13/> [Accessed May 19, 2023.]

San-Miguel-Ayaz, J. et al. 2023. Advance report on Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2022. Publications Office of the European Union, Luxembourg (2023). doi: 10.2760/091540

Salamanca, F., Georgescu, M., Mahalov, A., Moustauoi, M. & Wang, M. Anthropogenic heating of the urban environment due to air conditioning. *JGR Atmosph.* 119, 5949–5965 (2014). doi: 10.1002/2013JD021225

Santamouris, M. Analyzing the heat island magnitude and characteristics in one hundred Asian and Australian cities and regions. *Sci. Total Environ.* 512–513, 582–598 (2015). Doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.01.060

Senent-Aparicio, J., López-Ballesteros, A., Jimeno-Sáez, P. & Pérez-Sánchez, J. Recent precipitation trends in Peninsular Spain and implications for water infrastructure design. *J. Hydrology: Regional Studies* 45, 101308 (2023). doi: 10.1016/j.ejrh.2022.101308

Tebaldi C, Debeire K, Eyring V, et al (2021) Climate model projections from the Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP) of CMIP6. *Earth Syst Dyn* 12:253–293. doi: 10.5194/esd-12-253-2021

Templado, J. Future trends of Mediterranean biodiversity. Chapter 28 in S. Goffredo and Z. Dubinsky (eds.), *The Mediterranean Sea: Its history and present challenges*. (2014). doi: 10.1007/978-94-007-6704-1_28. Springer Science+Business Media: Dordrecht. pp 479–498.

TMED-net (2023) Marine Heatwaves. <https://t-mednet.org/visualize-data/marine-heatwaves>

UNEP (2020). United Nations Environment Programme/Mediterranean Action Plan and Plan Bleu (2020). State of the Environment and Development in the Mediterranean: Summary for Decision Makers. UNEP/MAP and Plan Bleu, Nairobi. Available from: https://planbleu.org/wp-content/uploads/2021/04/SoED_Summary.pdf

World Bank (2023) Spain: Climate Projections. Climate Change Knowledge Portal. Available from: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/spain/climate-data-projections>

Xu, C., Kohler, T. A., Lenton, T. M., Svenning, J.-C. & Scheffer, M. Future of the human climate niche. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 117, 11350–11355 (2020). DOI: 10.1073/pnas.1910114117

Vargas, J. & Paneque, P. Challenges for the Integration of Water Resource and Drought-Risk Management in Spain. *Sustainability* 11, 308 (2019). doi: 10.3390/su11020308

WMO, 2022. World Meteorological Organization. State of the Climate in Europe 2021 (WMO-No. 1304). Geneva: Switzerland. Available from: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11378 [Accessed April 6, 2023].

WMO, 2023. World Meteorological Organization. State of the Climate in Europe 2022 (WMO-No. 1316). Geneva: Switzerland. Available from: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11593 [Accessed May 12, 2023].

WWA (2023). Extreme April heat in Spain, Portugal, Morocco and Algeria almost impossible without climate change. *Publ.* 05 May 2023. Available from: <https://www.worldweatherattribution.org/extreme-april-heat-in-spain-portugal-morocco-algeria-almost-impossible-without-climate-change/>

Zittis, G., Hadjinicolaou, P., Klangidou, M. et al. A multi-model, multi-scenario, and multi-domain analysis of regional climate projections for the Mediterranean. *Reg. Environ. Change* 19, 2621–2635 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01565-w>

Zittis, G., Bruggeman, A. & Lelieveld, J. Revisiting future extreme precipitation trends in the Mediterranean. *Weather Clim. Extrem.* 34, 100380 (2021b). Doi: 10.1016/j.wace.2021.100380

Zittis G, Ahrens B, Obermann-Hellhund A, et al. (2023). Maritime transport and regional climate change impacts in large EU islands and archipelagos. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, online first (2023). Doi: 10.1007/s41207-023-00370-6

Agradecimientos

Las partes de este informe que abordan las repercusiones del calor en la salud humana se han extraído de un informe producido por Greenpeace Research Laboratories y Greenpeace Africa que se publicó en 2020 con el título «Enfrentar la tormenta: clima extremo y cambio climático en África».

Cita sugerida

Kathryn A. Miller, David Santillo & Paul Johnston. *Race against the climate clock: Climate change and extreme weather events in Spain (2023)*. Greenpeace Research Laboratories Technical Report (Review) 01 2023

Contraportada. 11/7/2021. Córdoba, Andalucía, España.

©Greenpeace/Mario Gomez



GREENPEACE

c/ Valores, 1
28007 Madrid
España

Autores

Kathryn A. Miller,
David Santillo & Paul Johnston

Greenpeace Research Laboratories

Innovation Centre Phase II
University of Exeter
Rennes Drive
Exeter EX4 4RN
United Kingdom

Revisión de pares

George Zittis
The Cyprus Institute,
Climate and Atmosphere Research
Center (CARE-C),
20 Konstantinou Kavafi Street, 2121,
Nicosia,
Cyprus.

Infografía

Nigel Hawtin
<http://nigelhawtin.com>

Greenpeace España

Julio Barea Luchana
María José Caballero de la Vega
Mónica Parrilla de Diego
Pedro Zorrilla-Miras

Edición (castellano)

Meritxell Bennasar Casasa
Virginia Rabal Miras

Diseño

Rebeca Porras Alonso

Traducción

Elías Ortigosa Román